

Pesquisa

FAPESP

OUTUBRO DE 2019 | ANO 20, N. 284

PESQUISA FAPESP | OUTUBRO DE 2019

CIÊNCIA

SOBRE

ATAQUE

Levantamento em 144 países mostra desconfiança nos pesquisadores e rejeição a consensos científicos

Em 20 anos de existência, Pesquisa FAPESP acompanhou mudanças na mídia e na ciência no Brasil

Físico e cantor lírico, Thoroh de Souza fala das perspectivas do grafeno

Estudo mostra a resistência das bactérias de UTIs à limpeza diária

Custos sociais e ambientais são empecilho para expansão hidrelétrica na Amazônia

Ano 20 n. 284

ROBÔ PARA REABILITAÇÃO

TOC

CIÊNCIA PARA TODOS

COMBATE À DENGUE

DEPRESSÃO EM IDOSOS

**VIVEMOS CERCADOS DE
EXPERIMENTOS CIENTÍFICOS!**

ASSISTA À NOVA SÉRIE, QUE CONECTA O UNIVERSO DA
PESQUISA AO DIA A DIA DA POPULAÇÃO BRASILEIRA

CIÊNCIA PARA TODOS
SEGUNDAS, ÀS 20H30, NO FUTURA

MUDANÇAS CLIMÁTICAS

REALIZAÇÃO

FAPESP
FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA
DO ESTADO DE SÃO PAULO

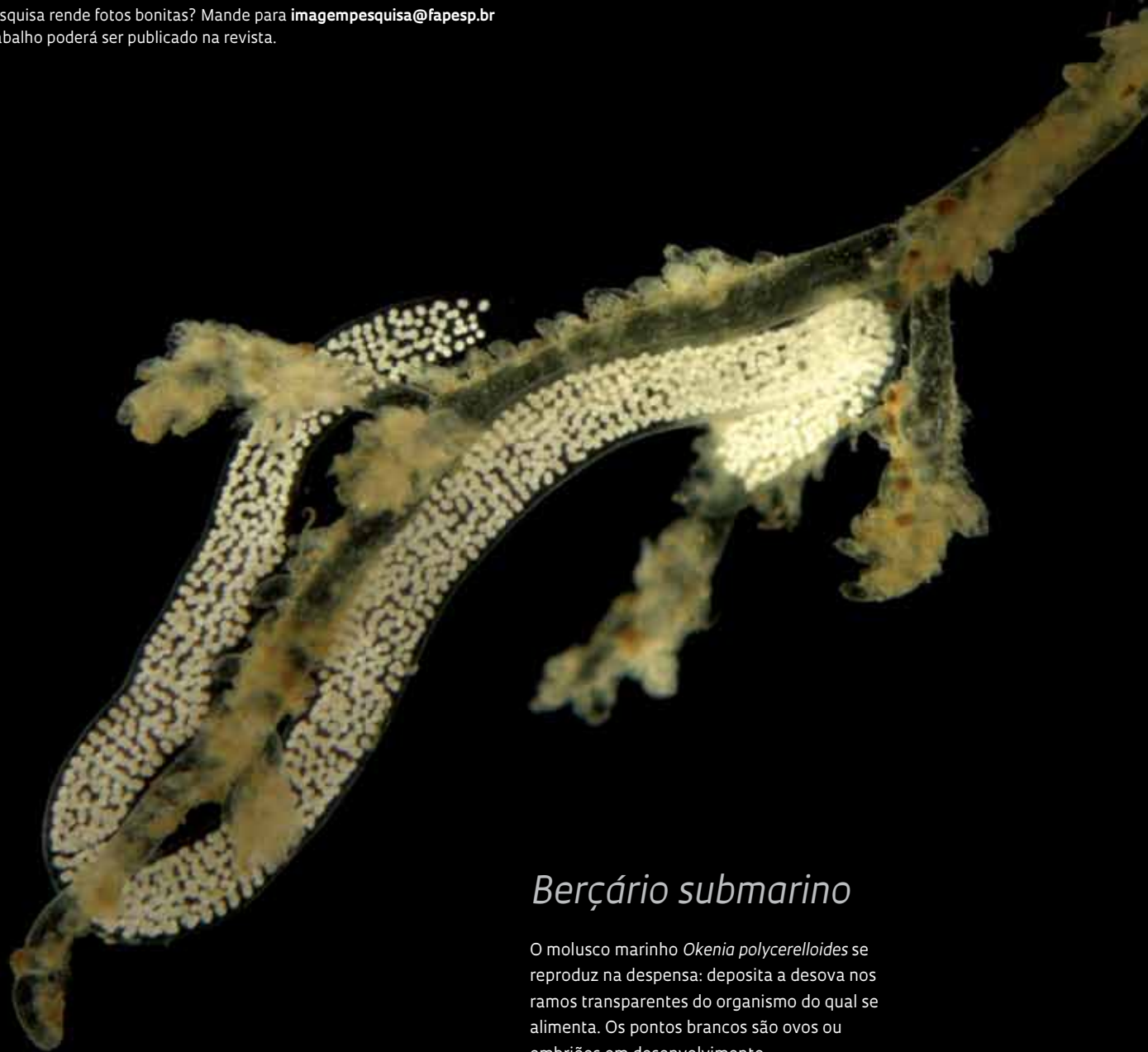
FM
FUNDAÇÃO
ROBERTO MARINHO

futura

L

Livre para todos os públicos

Sua pesquisa rende fotos bonitas? Mande para imagempesquisa@fapesp.br
Seu trabalho poderá ser publicado na revista.



Berçário submarino

O molusco marinho *Okenia polycerelloides* se reproduz na despensa: deposita a desova nos ramos transparentes do organismo do qual se alimenta. Os pontos brancos são ovos ou embriões em desenvolvimento.

Imagem enviada por Lícia Sales Oliveira, doutoranda no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo

- 3** FOTOLAB
- 6** COMENTÁRIOS
- 7** CARTA DA EDITORA
- 8** BOAS PRÁTICAS
Banco de dados aponta abuso de autocitações entre cientistas altamente produtivos
- 11** DADOS
Dispêndios em P&D em São Paulo (2017 e 2018)
- 12** NOTAS
- CAPA**
- 16** Crise de confiança nos pesquisadores mostra dificuldade de compreensão do método científico
- 20 ANOS PESQUISA FAPESP**
- 22** Duas décadas divulgando a ciência feita em São Paulo e no Brasil
- 26** Jornalismo amplia potencial com mídias digitais, mas enfrenta discursos de negação da verdade factual
- 30** Revista acompanhou o progresso da genômica, que refinou diagnóstico de doenças e criou drogas inovadoras
- 38** Em 20 anos, parâmetros da pesquisa brasileira evoluíram de modo consistente
- ENTREVISTA**
- 42** Thoroh de Souza, físico e cantor lírico, conta como planejou centro de investigação sobre grafeno
- POLÍTICA C&T**
- 48** Com liberdade de gestão, USP, Unicamp e Unesp dobraram o número de alunos de graduação
- 51** Adolescentes estudam temas avançados sob orientação de jovens pesquisadores
- 54** Estudo mostra por que algumas unidades de conservação recebem mais recursos que outras
- 56** Trabalho sobre a origem genética da homossexualidade tem estratégia responsável de divulgação
- CIÊNCIA**
- 58** Bactérias resistem à limpeza diária de UTIs
- 62** Dados de satélites municiam Inpe e Nasa e confirmam aumento de focos de queimadas na Amazônia
- 66** A bióloga Vera Fonseca fala do papel dos polinizadores para as florestas e para a agricultura
- 70** Campos rupestres da serra de Carajás abrigam 38 espécies vegetais exclusivas
- TECNOLOGIA**
- 72** Computadores quânticos da IBM e D-Wave já estão disponíveis ao público
- 77** Novas tecnologias para pesagem do gado devem elevar a produtividade da pecuária

OUTUBRO 284

p.30



A capa faz referência às listras criadas pelo climatologista britânico Ed Hawkins, que representam a evolução da temperatura média na Terra desde 1850



p. 86

HUMANIDADES

80 Alto custo social e ambiental de Belo Monte evidencia dificuldade para expansão hidrelétrica no Norte do país

86 Como Machado de Assis tornou-se autor central na tradição literária brasileira

90 MEMÓRIA
Militar alagoano construiu modelos de avião que voaram em 1917 e 1918

94 RESENHAS
Walter Zanini: Vanguardas, desmaterialização, tecnologias na arte, de Eduardo de Jesus (org.).
Por Ana Pato

O idílio degradado: Um estudo do romance Til, de José de Alencar, de Paula Maciel Barbosa.
Por Valeria De Marco

96 CARREIRAS
Título de doutor *honoris causa* reconhece indivíduos com atuação de expressiva distinção

Ilustração de capa
DÁRKON VR

WWW.REVISTAPESQUISA.FAPESP.BR

Leia no site todos os textos da revista em português, inglês e espanhol, além de conteúdo exclusivo

VÍDEO YOUTUBE.COM/USER/PESQUISAFAPESP



▶ **Aumenta o número de barbeiros na Grande SP**

Desde 2015, mais de 100 insetos foram capturados e 30% deles tinham o protozoário que causa a doença de Chagas
bit.ly/twVBarbeiros



▶ **Silvia Pimentel: O direito das mulheres**
Jurista que presidiu o mais importante comitê internacional de defesa dos direitos femininos fala sobre sua trajetória
bit.ly/twVSilviaPimentel

PODCAST BIT.LY/PESQUISABR

ENTREVISTA: MARLENE ISEPI
Diretora da Escola de Aplicação da USP explica o papel desse tipo de colégio público na solução de problemas e desafios pedagógicos
bit.ly/twMarlenelsepi


Conteúdo a que a mensagem se refere:

- Revista impressa
- Reportagem on-line
- Galeria de imagens
- Vídeo
- Rádio


CONTATOS


revistapesquisa.fapesp.br

redacao@fapesp.br


 PesquisaFapesp

 PesquisaFapesp

 pesquisa_fapesp

 Pesquisa Fapesp

 pesquisafapesp

 cartas@fapesp.br

R. Joaquim Antunes, 727
10º andar
CEP 05415-012
São Paulo, SP

Assinaturas, renovação e mudança de endereço

Envie um e-mail para assinaturas@fapesp.br ou ligue para (11) 3087-4237, de segunda a sexta, das 9h às 19h

Para anunciar

Contate: Paula Iliadis
Por e-mail: publicidade@fapesp.br
Por telefone: (11) 3087-4212

Edições anteriores


Preço atual de capa acrescido do custo de postagem.
Peça pelo e-mail: clair@fapesp.br

Licenciamento de conteúdo

Adquira os direitos de reprodução de textos e imagens de *Pesquisa FAPESP*.
Por e-mail: mpiliadis@fapesp.br
Por telefone: (11) 3087-4212

COMENTÁRIOS cartas@fapesp.br

Cérebros em movimento

 O Brasil não aproveita a experiência de quem passou seis anos em um PhD completo no exterior e retorna para o país (“O impacto da circulação de cérebros”, edição 283). Em geral, desprezam seus conhecimentos. Como me disseram quando cheguei da Universidade de Michigan, nos Estados Unidos: “Seu PhD vale quatro pontos em um concurso como qualquer outro feito nos piores cursos no país”.
Conce Saraiva


Ótimo infográfico.

Guilherme Menegon

O isolamento reproduz a baixa qualidade dos recursos humanos na ciência. Quanto mais isolados, mais baixo o padrão.


Flavio Ortigao

Arquipélago submerso

 Apenas precisamos cuidar para que não destruam o meio ambiente com minerações indevidas e insustentáveis (“Revelações de um arquipélago submerso”, edição 282).


Bernadeth Prevot

Arquivos em repositórios


 Talvez uma parte do retrocesso civilizatório que tem ocorrido no Brasil possa ser explicado pela dificuldade de acesso à produção científica (“Produção mais visível”, edição 282). Com as restrições impostas pelas revistas, a sociedade não enxerga o retorno do que investiu (compulsoriamente) em pesquisa, a mídia não dá a devida importância e aí começamos a ver cidadãos se “instruindo” em grupos de WhatsApp e na “YouTube University”. Vem tarde essa disseminação. O estrago já está feito.

Humberto Santana


Vídeos

 Parabéns pela produção de “O direito das mulheres”. É muito bom conhecer uma figura tão importante nessa luta como Silvia Pimentel.

Gui Lopes

 Precisamos falar mais sobre gênero e direitos nessa sociedade conservadora.

Aurei Lima

 Poderiam ter mostrado o ovo em escala no vídeo “Aumenta o número de barbeiros na Grande SP”. Quando mostraram o exemplar do inseto nas mãos, foi legal saber a proporção do barbeiro.

Wellington Ferreira de Almeida

Correção

Na página 43 da reportagem “Mudança com estabilidade” (edição 283), o gráfico “Projetos” está errado. O correto é o abaixo.



Sua opinião é bem-vinda. As mensagens poderão ser resumidas por motivo de espaço e clareza.

A mais lida de setembro no Facebook

CAPA

O impacto da circulação de cérebros

<http://bit.ly/ig283capa>

 25.380 pessoas alcançadas  461 reações  6 comentários  296 compartilhamentos

MARCO ANTONIO ZAGO
PRESIDENTEEDUARDO MOACYR KRIEGER
VICE-PRESIDENTE

CONSELHO SUPERIOR

CARMINO ANTONIO DE SOUZA, IGNÁCIO MARIA POVEDA VELASCO, JOÃO FERNANDO GOMES DE OLIVEIRA, LIEDI LEGI BARIANI BERNUCCI, MARILZA VIEIRA CUNHA RUDGE, MARCO ANTONIO ZAGO, MAYANA ZATZ, MOZART NEVES RAMOS, PEDRO LUIZ BARREIROS PASSOS, PEDRO WONGTSCHOWSKI, RONALDO ALOISE PILLI, VANDERLAN DA SILVA BOLZANI

CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO

CARLOS AMÉRICO PACHECO
DIRETOR-PRESIDENTECARLOS HENRIQUE DE BRITO CRUZ
DIRETOR CIENTÍFICOFERNANDO MENEZES DE ALMEIDA
DIRETOR ADMINISTRATIVO**Pesquisa**
FAPESP

ISSN 1519-8774

CONSELHO EDITORIAL

Carlos Henrique de Brito Cruz (Presidente), Caio Túlio Costa, Eugênio Buccì, Fernando Reinach, José Eduardo Krieger, Luiz Davidovich, Marcelo Knobel, Maria Herminia Tavares de Almeida, Marisa Lajolo, Mauricio Tuffani e Mônica Teixeira

COMITÊ CIENTÍFICO

Luiz Henrique Lopes dos Santos (Presidente), Américo Martins Craveiro, Anamaria Aranha Camargo, Ana Maria Fonseca Almeida, Carlos Américo Pacheco, Carlos Eduardo Negrão, Douglas Eduardo Zampieri, Euclides de Mesquita Neto, Fabio Kon, Francisco Antônio Bezerra Coutinho, Francisco Rafael Martins Laurindo, Hernan Chaimovich, José Roberto de França Arruda, José Roberto Postali Parra, Lucio Angnes, Luiz Nunes de Oliveira, Marco Antonio Zago, Marie-Anne Van Sluys, Maria Julia Manso Alves, Paula Montero, Roberto Marcondes Cesar Júnior, Sérgio Robles Reis Queiroz, Wagner Caradori do Amaral e Walter Colli

COORDENADOR CIENTÍFICO

Luiz Henrique Lopes dos Santos

DIRETORA DE REDAÇÃO

Alexandra Ozorio de Almeida

EDITOR-CHEFE

Neldson Marcolin

EDITORES Fabrício Marques (Política & T), Glenda Mezarobba (Humanidades), Marcos Pivetta (Ciência), Carlos Fioravanti e Ricardo Zorzetto (Editores especiais), Maria Guimarães (Site), Yuri Vasconcelos (Editores-assistentes)

REPÓRTERES Christina Queiroz, Rodrigo de Oliveira Andrade

REDATORES Jayne Oliveira (Site) e Renata Oliveira do Prado (Mídias Sociais)

ARTE Claudia Warrak (Editora), Alexandre Affonso (Editor de infografia) Felipe Braz (Designer digital), Júlia Cherem Rodrigues e Maria Cecilia Felli (Assistentes)

FOTÓGRAFO Léo Ramos Chaves

BANCO DE IMAGENS Valter Rodrigues

RÁDIO Sarah Caravieri (Produção do programa Pesquisa Brasil)

REVISÃO Alexandre Oliveira e Margô Negro

COLABORADORES Ana Pato, Catarina Bessel, Daniel Almeida, Dárcion Vieira, Domingos Zapparoli, Frances Jones, Rafael Garcia, Renato Pedrosa, Sídney Santos de Oliveira, Valéria De Marco

REVISÃO TÉCNICA Adriana Valio, Carlos Constantino, Flávio Vieira Meirelles, Luiz Augusto Toledo Machado, Rafael Oliveira, Ricardo Hirata, Roberto Marcondes Cesar Júnior, Walter Colli

É PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL
DE TEXTOS, FOTOS, ILUSTRAÇÕES E INFOGRÁFICOS
SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO

TIRAGEM 28.400 exemplares

IMPRESSÃO Plural Indústria Gráfica

DISTRIBUIÇÃO DINAP

GESTÃO ADMINISTRATIVA FUSP – FUNDAÇÃO DE APOIO À
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULOPESQUISA FAPESP Rua Joaquim Antunes, nº 727,
10º andar, CEP 05415-012, Pinheiros, São Paulo-SPFAPESP Rua Pio XI, nº 1.500, CEP 05468-901,
Alto da Lapa, São Paulo-SPSECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO,
CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

CARTA DA EDITORA

Jornalismo para a ciência

Alexandra Ozorio de Almeida | DIRETORA DE REDAÇÃO

Em outubro de 1999, o boletim *Notícias FAPESP* transformou-se na revista *Pesquisa FAPESP*, ampliando a missão de divulgação científica iniciada quatro anos antes pela Fundação que dá nome à publicação. Duas décadas depois, a ideia de que a ciência produzida no estado de São Paulo e no Brasil deve ser comunicada de forma acessível para o público permanece válida e igualmente necessária.

As instituições que fazem pesquisa, sejam universidades, institutos ou empresas, enfrentam hoje um desafio que não é novo, mas possui novas proporções: a crise de confiança na ciência. Diferentemente da religião, a ciência não se coloca como crença. Sua complexidade, entretanto, dificulta a qualquer um entender em detalhes todos os seus resultados.

Conhecer os princípios e o método científico, incluindo suas limitações, é fundamental para que a sociedade compreenda como a ciência gera seus resultados, podendo, assim, avaliá-los e usá-los como base de escolhas racionais. Seus méritos e princípios, no entanto, não a tornam infalível. Por essa razão, mesmo parecendo contraditório, mostrar eventuais erros do processo científico é importante para garantir sua credibilidade.

A atual crise de confiança da população – não apenas do Brasil – na ciência é o tema da reportagem de capa desta edição que marca os 20 anos da revista, escolhida justamente por ser algo tão próximo à sua razão de ser. O relatório Wellcome Global Monitor, que ouviu 140 mil pessoas em 144 países, mostra que 73% dos brasileiros desconfiam da ciência, número parecido com França e Japão, de 77% (página 16).

Os dados do levantamento não são animadores, mas servem como um alerta. Esse problema deve ser enfrentado por

todos: comunidade científica, jornalistas, educadores, formuladores de políticas públicas, entre outros. Os pesquisadores estão mais atentos à necessidade de não apenas transmitir os resultados que alcançam, como de comunicar de forma responsável os seus achados. Exemplo é a estratégia de divulgação do amplo estudo de mapeamento da influência dos genes no comportamento homossexual (página 56).

Nos 20 anos de existência de *Pesquisa FAPESP*, a imprensa também enfrentou enormes desafios, alguns compartilhados com a ciência. O avanço da internet ampliou o acesso a informações, dando aos leitores mais opções, mas ao mesmo tempo o público passou a ter que filtrar as fontes, conferindo a sua veracidade. Isso demanda um esforço para não se consumir conteúdo impreciso ou mesmo falso (página 26).

Completar duas décadas em prol dessa missão é um marco. De um boletim de notícias produzido para um grupo restrito de pesquisadores, *Pesquisa FAPESP* é hoje reconhecida como uma publicação jornalística de qualidade (página 22). A revista traz aos seus leitores reportagens baseadas em pesquisas científicas e tecnológicas desenvolvidas no Brasil e por brasileiros em todas as áreas do conhecimento, além de tratar de temas correlatos como política de ciência e inovação e boas práticas científicas. Ao mesmo tempo, busca ressaltar a ciência por trás de questões cotidianas, como o monitoramento histórico das queimadas (página 62), e trazer reportagens que ajudem a pensar o futuro, como a que trata dos impactos socioeconômicos de usinas hidrelétricas como Belo Monte (página 80). A equipe de *Pesquisa FAPESP* agradece a sua leitura. Contribuir com essa missão, que é de todos, é um privilégio.

BOAS PRÁTICAS



A sombra da autopromoção

Banco de dados mapeia 250 pesquisadores altamente produtivos suspeitos de abusarem de autocitações ou de praticarem citações cruzadas

Um banco de dados criado para mapear os pesquisadores mais influentes do mundo, aqueles cujos artigos são bastante mencionados em *papers* de seus colegas, acabou por revelar a prevalência de um tipo de má conduta praticado no topo da pirâmide da comunidade científica. Ao compilar uma lista de 100 mil cientistas com produtividade e impacto elevados, o médico John Ioannidis, professor de metodologia científica da Universidade Stanford, nos Estados Unidos, observou que cerca de 250 abusaram do expediente da autocitação, que permite a um autor incluir em um artigo científico referências a trabalhos anteriores assinados por ele mesmo. Embora o contingente não seja grande, o levantamento sugere que um em cada 400 pesquisadores de alto desempenho pode ter usado artifícios para sobrevalorizar o impacto de sua contribuição.

Se um certo nível de autocitação pode ser necessário para contextualizar os achados anteriores de um autor em seu trabalho mais recente, o exagero dessas menções é um recurso

surrado para manipular indicadores de produtividade acadêmica, tais como o fator de impacto de artigos ou o índice-h de pesquisadores, ambos calculados com base em citações. Entre os 250 nomes suspeitos de má conduta, mais de 50% das citações que receberam resultavam ou de autocitação ou então de citações feitas por coautores, o que pode configurar a chamada citação cruzada, uma espécie de ação entre amigos por meio da qual pesquisadores citam uns aos outros com grande frequência e sem justificativa razoável. A média de autocitação entre os 100 mil autores do banco de dados foi de 12,7%. Segundo Ioannidis, quando o nível de autocitação supera os 25% do total, é prudente fazer um exame minucioso do comportamento do autor para verificar a possibilidade de haver um desvio ético.

Ioannidis sustenta que seu achado pode ser útil para identificar fraudes de indivíduos e rastrear grupos de cientistas que fazem intercâmbios de citações de forma sistemática. “Esses problemas podem ser mais comuns do que se imagina”, disse à revista

Nature. De acordo com seu banco de dados, o campeão de autopromoção foi o cientista da computação Sundarapandian Vaidyanathan, pesquisador do Instituto de Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimento Vel Tech, uma universidade privada em Chennai, na Índia. Das citações que seus trabalhos receberam em 2017, 94% vieram de sua própria lavra ou de coautores. Na lista de Ioannidis, ele aparece entre os 8 mil cientistas mais produtivos do mundo. No ano passado, Vaidyanathan recebeu um prêmio do governo de 20 mil rúpias, o equivalente a R\$ 1 mil, por figurar entre os pesquisadores de maior produtividade acadêmica do país. Em 2017, ele já havia sido interpelado sobre seu desempenho e utilizou a plataforma on-line de perguntas e respostas Quora para se justificar. Argumentou que as referências a trabalhos anteriores eram indispensáveis para a compreensão dos artigos recentes e que não teve a intenção de enganar ninguém.

Entre os casos extremos, também se destacam o matemático grego Theodore Simos, vinculado à Universidade Rei Saud, em Riad,



na Arábia Saudita, com índice de autocitação na casa dos 76%, e o químico romeno Claudiu Supuran, pesquisador da Universidade de Florença, na Itália, com 62%. No ano passado, eles integraram a lista dos “6 mil cientistas de classe mundial selecionados por sua excepcional performance em pesquisa”, produzida pela empresa Clarivate Analytics. Alertada pela revista *Nature* sobre o padrão de autocitação dos dois pesquisadores, a Clarivate, que mantém a base de dados Web of Science, informou que poderá mudar a metodologia usada no ranking.

A Clarivate divulga anualmente o *Journal Citation Reports (JCR)*, que calcula o fator de impacto de quase 12 mil periódicos científicos e tem um histórico de combate a autocitações ou citações cruzadas promovidas não por pesquisadores individuais, mas por periódicos. Na mais recente edição do *JCR*, 17 revistas foram excluídas por apresentarem padrões de citações considerados anômalos. Dez foram suspensas por abuso de autocitações – uma delas foi o periódico *Hispania*, editado pela Associação Americana de Professores

de Espanhol e Português. Outros seis títulos foram removidos por indícios de citação cruzada. Houve ainda o caso de um periódico, *Bone Research*, que foi suprimido por envolvimento em um esquema de troca de citações montado por outras revistas, embora não haja evidências de que se beneficiasse dele. Por dois anos, essas revistas ficarão sem fator de impacto, um castigo com potencial para afugentar autores de artigos de qualidade. O Brasil, que chegou a ter seis periódicos suspensos do *JCR* em 2013 (ver Pesquisa FAPESP nº 213), esteve fora da lista de suspensões em anos recentes.

LIMITE ACEITÁVEL

Em um documento divulgado em julho, o Committee on Publication Ethics (Cope), um fórum internacional sobre integridade em publicações científicas, recomendou aos editores de periódicos que reflitam sobre qual limite consideram aceitável para a autocitação e instituem políticas sobre esse tema. O Cope, contudo, desaconselhou o expediente, já disponível em alguns

índices, de excluir autocitações do cálculo de impacto de artigos e periódicos. O argumento é que a autocitação, em muitos casos, é necessária e recomendável – se o autor não puder fazer referências relevantes acerca de trabalhos anteriores, pode até ser acusado de autoplágio. Nesses casos justificáveis, as autocitações cumprem a mesma função das citações feitas por terceiros, que é servir de marco referencial para a produção de conhecimento novo, e haveria um prejuízo em excluí-las.

Em tempo: no topo da lista de Ioannidis, os três cientistas mais influentes foram o químico suíço Michael Grätzel, pesquisador da Escola Politécnica Federal de Lausanne, inventor de um novo tipo de célula solar; o físico-matemático norte-americano Edward Witten, da Universidade de Princeton e ganhador da Medalha Fields em 1990; e o bioquímico inglês Barri Halliwell, especialista em radicais livres, atualmente na Universidade Nacional de Singapura. Nenhum deles teve índice de autocitação superior a 10%. ■ Fabrício Marques

Doação irregular derruba diretor de laboratório do MIT

O empreendedor e ativista digital Joichi Ito renunciou ao cargo de diretor do Centro de Pesquisa Interdisciplinar Media Lab, do Massachusetts Institute of Technology, após a revelação de que mantinha vínculos financeiros com Jeffrey Epstein, investidor norte-americano acusado de abuso de meninas de 14 anos e de comandar uma rede de exploração sexual de menores. Epstein foi encontrado morto em agosto em uma prisão em Nova York, em consequência de aparente suicídio, enquanto aguardava julgamento.

Em 2008, o MIT colocou Epstein em uma lista de filantropos indôneos, depois que ele se envolveu pela primeira vez em um escândalo por contratar prostitutas menores de idade. Embora os pesquisadores da instituição estivessem proibidos de receber doações do investidor, Ito seguiu pedindo recursos a ele, além de consultá-lo sobre a destinação do dinheiro. Para burlar o veto, as doações eram classificadas como anônimas. Em e-mails revelados em uma reportagem da revista *The New Yorker*, o diretor do Media Lab referia-se a Epstein como “aquele que não deve ser nomeado” e Voldemort, referências ao vilão das histórias de Harry Potter. Epstein atuava como uma espécie de intermediário do laboratório com doadores e arrecadou em 2014 US\$ 7,5 milhões (o equivalente a R\$ 30 milhões) do investidor Leon Blacks e de Bill Gates, dono da Microsoft.

Ito, que também é um investidor de empresas da internet, admitiu que recebeu de Epstein US\$ 1,2 milhão para fundos de investimento que administra. Ele comandava o laboratório desde 2011. Embora sem ligações anteriores com a academia, trazia no currículo realizações como a criação do primeiro serviço de internet no Japão, em 1994, e seu trabalho no conselho do Creative Commons, organização que



Joichi Ito comandava o MIT Media Lab desde 2011

promove o compartilhamento de informações digitais. O ex-diretor do Media Lab também anunciou o afastamento de outras funções, como a de membro dos conselhos do jornal *The New York Times* e das fundações Knight e MacArthur, e a de professor visitante da Universidade Harvard.

Em uma declaração para a comunidade universitária, o presidente do MIT, Rafael Reif, anunciou que irá promover

uma investigação independente para apurar o caso. O Media Lab foi criado em 1985 pelo arquiteto Nicholas Negroponte com a proposta de fazer pesquisa na fronteira do conhecimento envolvendo computação, comunicação, arte e design. Atualmente, mantém dezenas de grupos de pesquisa dedicados a temas interdisciplinares como neurobiologia sintética, cidades inteligentes ou biomecatrônica.

Agências com desafios distintos

O psiquiatra Donald Kornfeld, professor emérito da Universidade Columbia, em Nova York, publicou na revista *Accountability in Research* um estudo comparativo em que analisa como duas das principais agências de fomento à pesquisa dos Estados Unidos lidam com casos de má conduta. Os National Institutes of Health (NIH), que financiam pesquisas no campo biomédico, apoiam um número de projetos quatro vezes maior que o da National Science Foundation (NSF), especializada em ciência básica – já o número de relatórios sobre investigações de má conduta é 2,5 vezes superior na NSF. Enquanto 88% das investigações na NSF concluem pela culpa dos

acusados, o índice na NSF é de 42%. O plágio responde por 83,6% das infrações punidas pela NSF, ante apenas 4,8% nos NIH.

De acordo com Kornfeld, as diferenças estão relacionadas ao tipo de público atendido pelas duas agências e de suas publicações. Os clientes da NSF são mais heterogêneos: além de projetos liderados por cientistas renomados sobre temas na fronteira do conhecimento, a agência tem uma forte atuação na área de educação científica, com iniciativas voltadas para estudantes de graduação. As duas agências atuam de forma complementar: a NSF apoia a pesquisa básica em ciências e engenharias, enquanto a área médica fica a cargo dos NIH.

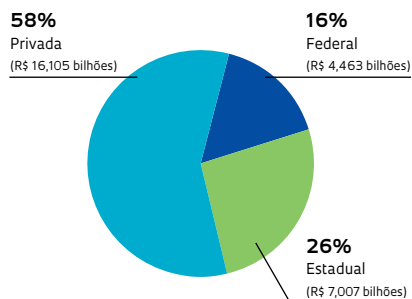
- ▶ Os dispêndios em pesquisa e desenvolvimento (P&D) executados em São Paulo cresceram de R\$ 26,8 bilhões para R\$ 27,6 bilhões (+2,7%), de 2017 para 2018, em termos reais (correção pelo IPCA). No mesmo período, o Produto Interno Bruto (PIB) paulista passou de R\$ 2,17 trilhões para R\$ 2,22 trilhões (+2,5%)
- ▶ O crescimento (relativo) foi maior nas instituições federais de ensino superior (IES), na FAPESP e nas empresas. As maiores quedas ocorreram na Finep, nos institutos estaduais de pesquisa e no CNPq
- ▶ As universidades estaduais paulistas responderam por 73% dos dispêndios do setor de educação superior, e a FAPESP por 47% dos dispêndios das agências de fomento

Dispêndio em P&D por fonte (R\$ milhões de 2018, IPCA)

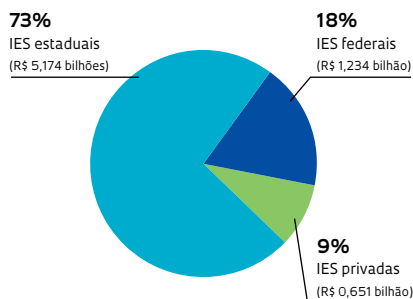
	2017	2018	Variação % 2017/2018
Total			
Dispêndios P&D SP	26.842	27.575	2,7
Ensino superior	7.114	7.058	-0,8
IES federais	1.068	1.234	15,5
IES estaduais	5.390	5.174	-4,0
IES privadas	656	651	-0,8
Agências de fomento	2.588	2.594	0,2
CNPq	396	378	-4,7
Capes	794	765	-3,7
Finep	300	234	-22,0
FAPESP	1.097	1.217	10,9
Institutos de pesquisa	2.563	2.469	-3,7
IP federais ¹	1.904	1.853	-2,7
IP estaduais	660	616	-6,6
Empresas²	14.576	15.454	6,0

DISPÊNDIOS EM P&D PELA FONTE³, 2018

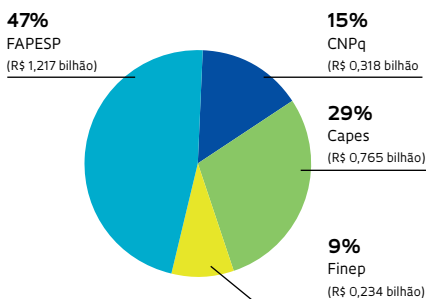
Total



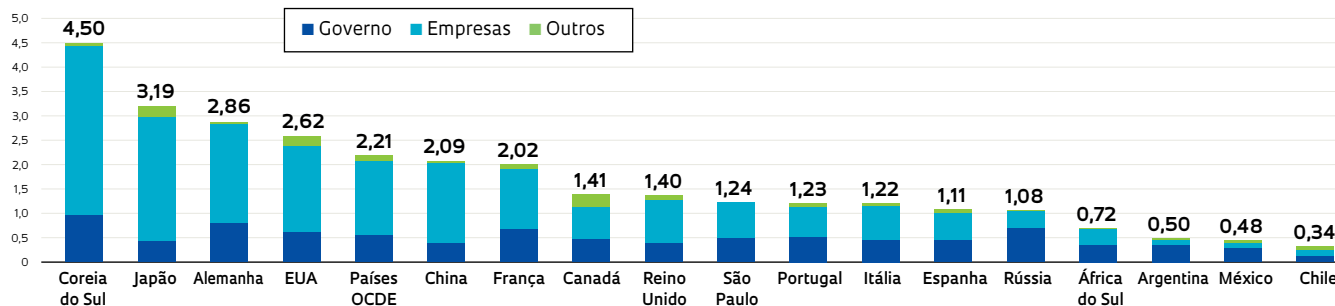
Ensino superior



Agências de fomento



COMPARAÇÃO INTERNACIONAL: DISPÊNDIOS EM P&D COMO PORCENTAGEM DO PIB, POR SETOR DA FONTE⁴



NOTAS (1) INCLUI O CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM MATERIAIS (CNPq), QUE, APESAR DE SER UMA ORGANIZAÇÃO SOCIAL, (DE DIREITO PRIVADO), TEM ORÇAMENTO FINANCIADO COM VERBAS FEDERAIS. (2) A SÉRIE DOS DISPÊNDIOS EMPRESARIAIS NOS ANOS 2015-2017 FOI REVISADA EM FUNÇÃO DE REVISÃO DO PIB NACIONAL. A METODOLOGIA DA ESTIMATIVA DESSES DISPÊNDIOS SEGUIU AQUELA UTILIZADA NO CAP. 3. INDICADORES DE CT&I DE SÃO PAULO, 2010. (3) PARA O GRÁFICO "TOTAL", O GRUPO "PRIVADO" INCLUI OS VALORES DAS EMPRESAS E ENSINO SUPERIOR PRIVADO DA TABELA. (4) APENAS FONTES NACIONAIS PARA OS PAÍSES SELECIONADOS, DADOS DE 2017. PARA SÃO PAULO, DADOS DE 2018. A CATEGORIA "OUTROS" SE REFERE A ORGANIZAÇÕES SEM FINS DE LUCRO, DE QUE NÃO TEMOS REGISTRO PARA SÃO PAULO. NÃO HÁ DADOS RECENTES PARA O BRASIL.

FONTES: GERÊNCIA DE ESTUDOS E INDICADORES/FAPESP, FUNDAÇÃO SEADE, OCDE (MAIN SCIENCE AND TECHNOLOGY INDICATORS, [HTTPS://WWW.OECD.ORG/STI/MSTI.HTM](https://www.oecd.org/sti/msti.htm))



O voo a grandes altitudes

Jessica Meir treina ganso a voar ao ar livre (*acima*) e acompanha as aves no teste em um túnel de vento (*abaixo*)



Os gansos-de-cabeça-listrada (*Anser indicus*) são aves que voam alto. Em sua migração anual da Índia para a Mongólia, passam sobre a cordilheira dos Himalaias, em alguns casos, voando a altitudes superiores a 7 mil metros (m). Não é uma tarefa banal para aves migratórias – para seres humanos, é praticamente impossível se exercitar fisicamente a essa altitude, na qual a concentração de oxigênio é de 50% a 70% inferior à disponível no nível do mar. As biólogas norte-americanas Jessica Meir e Julia York, no período em que eram pesquisadoras na Universidade da Columbia Britânica, em Vancouver, Canadá, treinaram sete gansos para voar em um túnel de vento em condições que simulavam as da travessia dos Himalaias. Além de a temperatura ser baixa, as aves usavam uma máscara que controla o ar que respiram. Também transportavam uma pequena mochila com sensores para medir a temperatura, a presença de gases no sangue e a frequência cardíaca. A realização do experimento talvez tenha sido a parte mais simples da tarefa das pesquisadoras. Elas criaram os gansos desde que saíram dos ovos, e as aves as reconheceram como mães. Meir e York ensinaram as aves a voar ao ar livre e, depois, no túnel de vento. As biólogas descobriram que, em condições simulando altitudes entre 5,5 mil m e 9 mil m, o sangue das aves fica até mais de 2 graus Celsius mais frio, o que garante o transporte mais eficiente de oxigênio pelas moléculas de hemoglobina (*eLIFE*, 3 de setembro). Apesar do exercício intenso, a frequência cardíaca dos gansos não se altera e o metabolismo chega até mesmo a ficar mais lento.

O continente escondido na Europa

As rochas de algumas cadeias de montanhas do Mediterrâneo, como os Apeninos, na Itália, e os Alpes Dináricos, nos Balcãs, são as únicas partes remanescentes não submersas de um antigo continente que se chocou com o sul da Europa há aproximadamente 120 milhões de anos (*Gondwana Research*, 3 de setembro).

A Grande Adria, como é denominado pelos geólogos esse pedaço de terra com cerca de um quarto da área do Brasil, colidiu com o Velho Mundo, partiu-se em pedaços e atualmente se encontra, em sua maior parte, debaixo da Europa Meridional. Um grupo internacional de geólogos reconstituiu a história desse continente desaparecido a partir de dados paleomagnéticos de 2.300 sítios geológicos espalhados

pelo sul da Europa, pelo Norte da África e pelo Oriente Médio. Segundo o estudo, até 240 milhões de anos atrás, a Grande Adria fazia parte do Gondwana, um supercontinente austral que incluía as massas de terra hoje pertencentes à África, América do Sul, Austrália, Antártida, Índia e península da Arábia. Nesse período, ela desprendeu-se do Gondwana e iniciou uma lenta migração, a uma velocidade de 3 ou 4 centímetros por ano, em direção à colisão final no Mediterrâneo. "As partes da Grande Adria que ainda podem ser vistas também incluem as penínsulas da Apúlia e de Gargano e o Vale do Pó, na Itália; a Ístria, na Croácia; o oeste da Grécia; a ilha de Creta; as montanhas Tauride, na Turquia; e o próprio mar Adriático", afirma o geólogo Douwe van Hinsbergen, da Universidade de Utrecht, na Holanda, principal autor do trabalho.

Representação artística do planeta K2-18b



Água na atmosfera de outros mundos

A partir de imagens obtidas pelo telescópio espacial Hubble, o grupo do astrônomo Sergei Yurchenko, do Centro de Dados Exoquímicos do Espaço da University College London, no Reino Unido, identificou a assinatura de vapor-d'água na atmosfera do planeta K2-18b. É a primeira vez que se detectam sinais de água na atmosfera de um exoplaneta, astro que orbita uma estrela fora do Sistema Solar (*Nature Astronomy*, 11 de setembro). É possível que o K2-18b seja o único exoplaneta identificado até o momento com condições de manter água na forma de vapor na atmosfera e na forma líquida em sua superfície. Essas características tornariam o planeta favorável à existência de vida, apesar de possivelmente receber mais radiação de sua estrela do que a que chega à Terra vinda do Sol. Localizado no céu em direção à constelação de Leão, o K2-18b está a 110 anos-luz de distância do Sistema Solar. É um planeta rochoso classificado como superterra – seu diâmetro é o dobro do terrestre e a massa quase oito vezes maior que a da Terra. Ele foi descoberto em 2015 pelo telescópio espacial Kepler e orbita uma estrela anã-vermelha menor do que o Sol. O K2-18b completa uma órbita em torno de sua estrela a cada 33 dias terrestres. Embora esteja bem mais próximo dela do que a Terra do Sol, encontra-se na chamada zona habitável, região dos sistemas planetários em que a água poderia existir no estado líquido, algo essencial para o surgimento da vida como se conhece. Os pesquisadores também identificaram a presença de hidrogênio e hélio na atmosfera e suspeitam ainda que existam nitrogênio e metano – os dois últimos compostos não puderam ser detectados com as técnicas atuais.

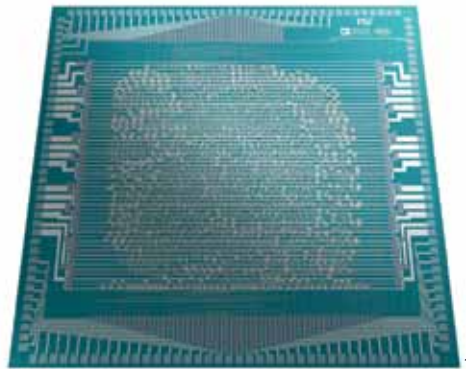
O maciço montanhoso Gran Sasso, na região central dos Apeninos, na Itália: vestígio da Grande Adria



Um chip com nanotubos de carbono

O avanço da eletrônica dependeu por muito tempo da miniaturização dos transistores de silício. Isso começou a se tornar um problema quando esses dispositivos atingiram o limite físico da capacidade de encolher. A partir de certo tamanho, a corrente elétrica pode vaziar dos canais metálicos que a transportam na superfície dos transistores e reduzir a eficiência energética dos semicondutores, causando falhas. Pesquisadores do Departamento de Engenharia Elétrica e Ciência da Computação do Instituto de Tecnologia

de Massachusetts (MIT), nos Estados Unidos, conseguiram superar esse problema ao criar um microprocessador de 16 bytes a partir de circuitos formados por 14 mil nanotubos de carbono: cilindros ocos desse elemento químico, com paredes de um átomo de espessura. Os nanotubos são muito resistentes. Em determinadas condições, conduzem eletricidade; em outras, funcionam como isolante elétrico. O novo chip, batizado de RV16X-Nano, mostrou-se capaz de rodar os mesmos softwares usados hoje. Ele pode se tornar uma alternativa aos microprocessadores de silício (*Nature*, 29 de agosto). Além de mais rápido, ele parece consumir até 10 vezes



menos energia, o que permitiria reduzir o número de recargas e aumentar a vida útil da bateria dos aparelhos equipados com esse chip. As técnicas usadas na produção do novo microprocessador são as mesmas adotadas na fabricação dos chips de silício convencionais, o que pode viabilizar a sua produção comercial nos próximos anos.

O microprocessador RV16X-Nano: mais econômico que os chips de silício e capaz de rodar os softwares atuais

Mortes ligadas ao uso de cigarro eletrônico

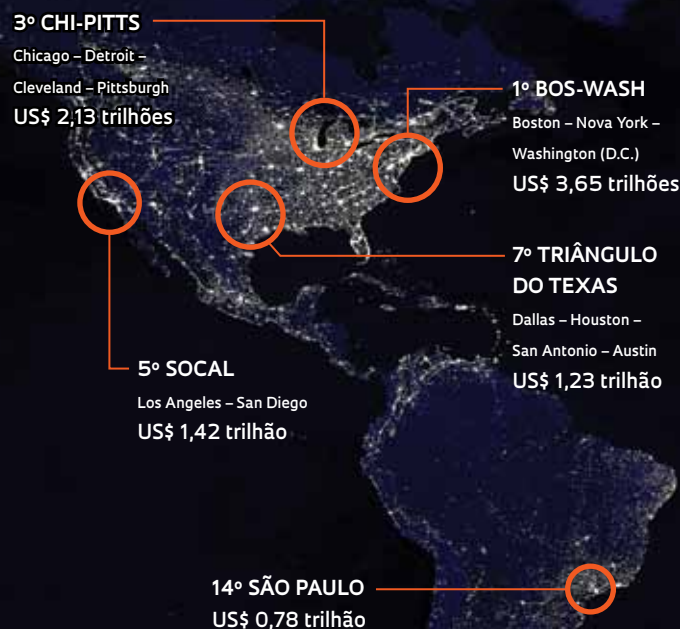
Até o dia 27 de setembro, ao menos 12 mortes em solo norte-americano decorrentes de sérios problemas pulmonares foram atribuídas ao uso de cigarros eletrônicos. Os óbitos ocorreram em meio ao relato de mais de 800 casos de pacientes com misteriosos distúrbios pulmonares aparentemente associados ao hábito de inalar os vapores liberados por esse tipo de produto, segundo os Centros de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) dos Estados Unidos. As mortes levaram dois estados norte-americanos, Nova York e Michigan, a

São Paulo entre os polos econômicos mundiais

Pouco mais de um terço (35%) do PIB mundial, estimado em US\$ 80 trilhões em valores de 2017, é produzido em 29 regiões no planeta, nas quais vivem 602 milhões de pessoas (8% da população global). Pesquisadores do site de notícias CityLab cruzaram dados econômicos calculados pela empresa britânica Oxford Economics com imagens de satélite geradas pela Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (Noaa) dos Estados Unidos para mapear os principais polos econômicos do mundo. Eles notaram que as áreas que mais geravam riqueza nem sempre correspondiam a países. Havia nações com mais de um polo econômico ao mesmo tempo que existiam polos econômicos que se estendiam por dois ou três países. Em geral, eles são formados por metrópoles próximas. Com base nessa observação, os pesquisadores identificaram 29 macrorregiões econômicas: áreas que produzem ao menos US\$ 300 bilhões por ano e reúnem mais de 5 milhões de habitantes. A mais rica é Bos-Wash. Com 47,6 milhões de pessoas, ela engloba as regiões metropolitanas de Boston, Nova York e Washington (D.C.) e gera US\$ 3,65 trilhões por ano. Em seguida, vem a região de Paris, Amsterdã, Bruxelas e Munique (Par-Am-Mun), com 43,5 milhões de pessoas e um PIB anual de US\$ 2,5 trilhões. São Paulo ocupa o 14º lugar no ranking e é a única do hemisfério Sul. Ela inclui uma área com 33,5 milhões de habitantes e produz US\$ 0,78 trilhão por ano (*VisualCapitalist*, 19 de setembro).

Onde está o dinheiro

PIB anual de São Paulo e das 10 regiões mais ricas do mundo



banir a venda de algumas formas de cigarros eletrônicos, em especial aquelas com sabores de frutas, chocolate e doces, de grande apelo a consumidores jovens e até crianças. O presidente Donald Trump acenou com a possibilidade de proibir a comercialização dos produtos com sabores para o público infanto-juvenil. Os cigarros eletrônicos não contêm tabaco, mas procuram imitar as sensações do hábito de fumar. Eles podem ter variadas formas, como as de um pen drive, de uma caneta ou mesmo a de um cigarro ou charuto, e são movidos a bateria. Esses aparelhos aquecem um líquido que gera vapores inaláveis. A composição do líquido varia segundo



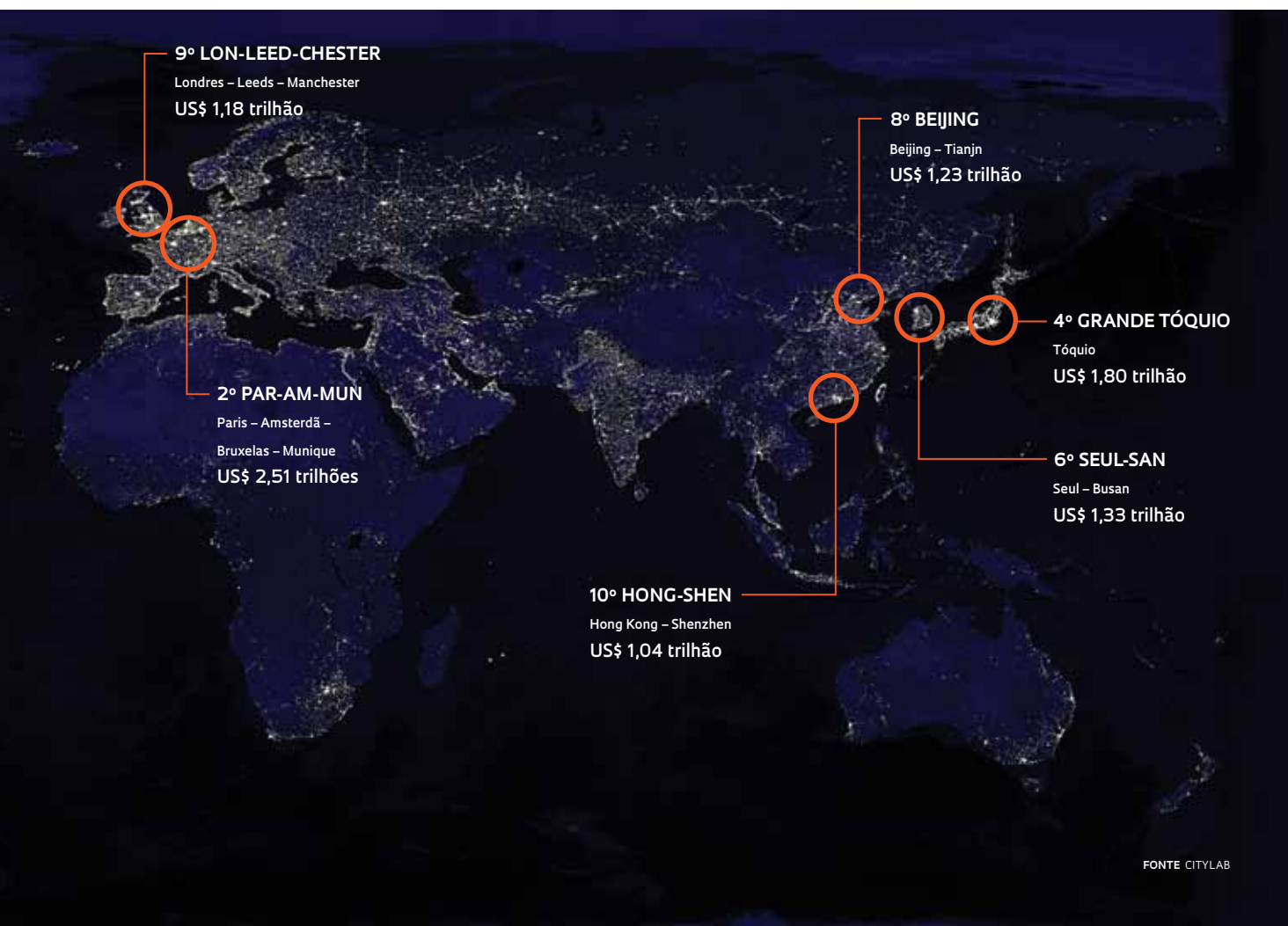
o fabricante. Quase sempre, porém, ele contém nicotina, molécula que causa dependência, além de compostos químicos danosos à saúde e os polêmicos aditivos que dão gosto à mistura. Proibidos no Brasil, os cigarros eletrônicos foram criados na década passada sob o argumento de que seriam uma alternativa menos nociva do que os cigarros tradicionais.

Jovem fuma cigarro eletrônico, dispositivo associado a problemas pulmonares graves

Mudança no Conselho da FAPESP

A geneticista Mayana Zatz e o engenheiro químico Mozart Neves Ramos são os novos membros do Conselho Superior da FAPESP. Eles foram nomeados por decreto publicado em 31 de agosto de 2019 no *Diário Oficial do Estado de São Paulo*. Mayana Zatz é professora titular de genética do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP) e coordenadora do Centro de Pesquisas do Genoma Humano e Células-Tronco (CEGH-CEL), sediado na USP. Neves Ramos foi

reitor da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e presidente da Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior no Brasil (Andifes) e do Instituto Ayrton Senna. Ambos foram nomeados para mandatos de seis anos. Além deles, o empresário Pedro Luiz Barreiros Passos foi reconduzido ao Conselho Superior da Fundação. Ele é membro do Conselho de Administração da Natura e cofundador da empresa. Também preside a Fundação SOS Mata Atlântica e o Conselho de Administração da Totvs, empresa de TI. Deixam o Conselho Superior o médico Eduardo Moacyr Krieger e o sociólogo José de Souza Martins.



CAPA

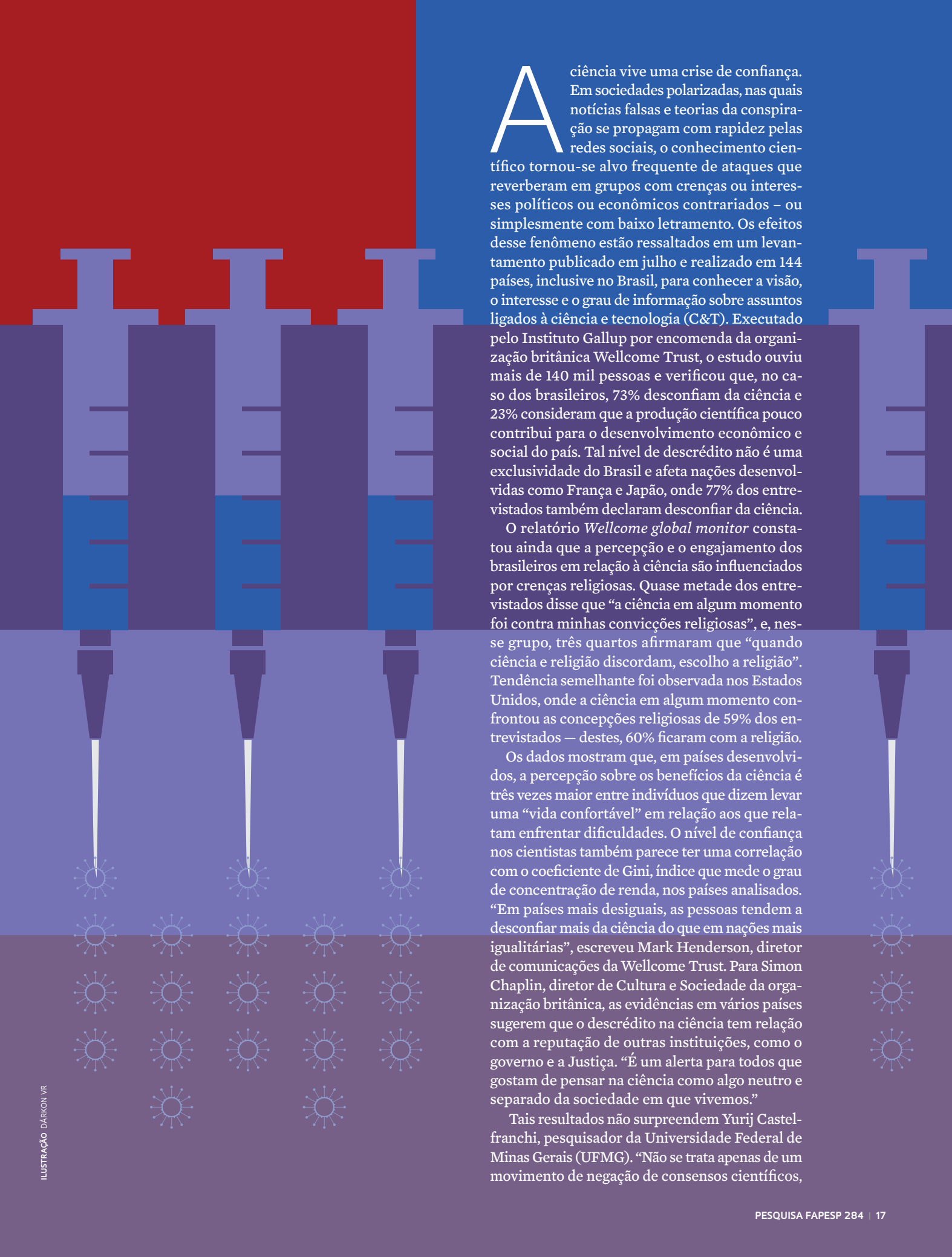


Crise de confiança suscita debate mundial sobre como enfrentar ataques ao conhecimento científico

Rodrigo de Oliveira Andrade

RESISTÊNCIA À CIÊNCIA

A large, stylized silhouette of a person walking, rendered in a dark purple color. The person is walking towards the right. The silhouette is composed of simple geometric shapes. The background is a gradient of purple and blue.



A ciência vive uma crise de confiança. Em sociedades polarizadas, nas quais notícias falsas e teorias da conspiração se propagam com rapidez pelas redes sociais, o conhecimento científico tornou-se alvo frequente de ataques que reverberam em grupos com crenças ou interesses políticos ou econômicos contrariados – ou simplesmente com baixo letramento. Os efeitos desse fenômeno estão ressaltados em um levantamento publicado em julho e realizado em 144 países, inclusive no Brasil, para conhecer a visão, o interesse e o grau de informação sobre assuntos ligados à ciência e tecnologia (C&T). Executado pelo Instituto Gallup por encomenda da organização britânica Wellcome Trust, o estudo ouviu mais de 140 mil pessoas e verificou que, no caso dos brasileiros, 73% desconfiam da ciência e 23% consideram que a produção científica pouco contribui para o desenvolvimento econômico e social do país. Tal nível de descrédito não é uma exclusividade do Brasil e afeta nações desenvolvidas como França e Japão, onde 77% dos entrevistados também declaram desconfiar da ciência.

O relatório *Wellcome global monitor* constatou ainda que a percepção e o engajamento dos brasileiros em relação à ciência são influenciados por crenças religiosas. Quase metade dos entrevistados disse que “a ciência em algum momento foi contra minhas convicções religiosas”, e, nesse grupo, três quartos afirmaram que “quando ciência e religião discordam, escolho a religião”. Tendência semelhante foi observada nos Estados Unidos, onde a ciência em algum momento confrontou as concepções religiosas de 59% dos entrevistados — destes, 60% ficaram com a religião.

Os dados mostram que, em países desenvolvidos, a percepção sobre os benefícios da ciência é três vezes maior entre indivíduos que dizem levar uma “vida confortável” em relação aos que relatam enfrentar dificuldades. O nível de confiança nos cientistas também parece ter uma correlação com o coeficiente de Gini, índice que mede o grau de concentração de renda, nos países analisados. “Em países mais desiguais, as pessoas tendem a desconfiar mais da ciência do que em nações mais igualitárias”, escreveu Mark Henderson, diretor de comunicações da Wellcome Trust. Para Simon Chaplin, diretor de Cultura e Sociedade da organização britânica, as evidências em vários países sugerem que o descrédito na ciência tem relação com a reputação de outras instituições, como o governo e a Justiça. “É um alerta para todos que gostam de pensar na ciência como algo neutro e separado da sociedade em que vivemos.”

Tais resultados não surpreendem Yuriy Castelfranchi, pesquisador da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). “Não se trata apenas de um movimento de negação de consensos científicos,

mas de uma crise de legitimidade”, diz. “As pessoas desconfiam da ciência assim como desconfiam de outras estruturas de poder, como o governo, o sistema judiciário e a imprensa”, afirma o sociólogo e físico italiano, que há mais de uma década estuda como as pessoas pensam e consomem C&T no Brasil e na América Latina. “Era inevitável que esse sentimento coletivo reverberasse na ciência.”

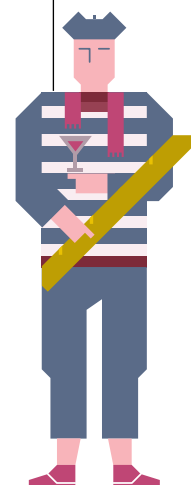
Desde o fim da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), a ciência ganhou destaque na elaboração de estratégias de desenvolvimento dos países. “A ciência era vista como um dos motores do progresso e da promoção da qualidade de vida no mundo, e no imaginário popular ascendeu ao posto de autoridade inquestionável e isenta de incertezas, conflitos e interesses”, diz Castelfranchi. Esse movimento levou à criação de agências de financiamento, como a National Science Foundation (NSF), nos Estados Unidos, em 1950, e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), no Brasil, em 1951. O apogeu desse processo foi a corrida espacial entre os Estados Unidos e a extinta União Soviética, observa o filósofo Marcos Nobre, do Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebap). “Houve um aumento significativo dos recursos para a pesquisa, justificado pela necessidade de demonstração de força bélica e de um país sempre estar à frente do outro em termos tecnológicos para conquistar o espaço”, explica.

O panorama começou a mudar no final na década de 1980, com o fim da Guerra Fria, quando a ciência buscou renovar sua base de legitimação social, sem o mesmo sucesso de antes. Nobre cita o caso do sequenciamento do genoma humano (*ver*

reportagem na página 30) e diz que as sociedades não perceberam a aplicação dos resultados desse esforço de pesquisa como ocorreu na corrida espacial. “A ciência, com o projeto genoma, não alcançou o mesmo grau de adesão social obtido com a corrida espacial, e no momento em que ele foi lançado, em 1990, já havia uma erosão da acomodação de conveniência entre a ciência e o poder político, a qual, hoje, é abertamente denunciada como conluio”, destaca o pesquisador. O resultado, ele observa, é que a rejeição ao poder político, visto como uma instituição “corrupta” que não governa para todos, atingiu a ciência como se ela estivesse a serviço do poder estabelecido.

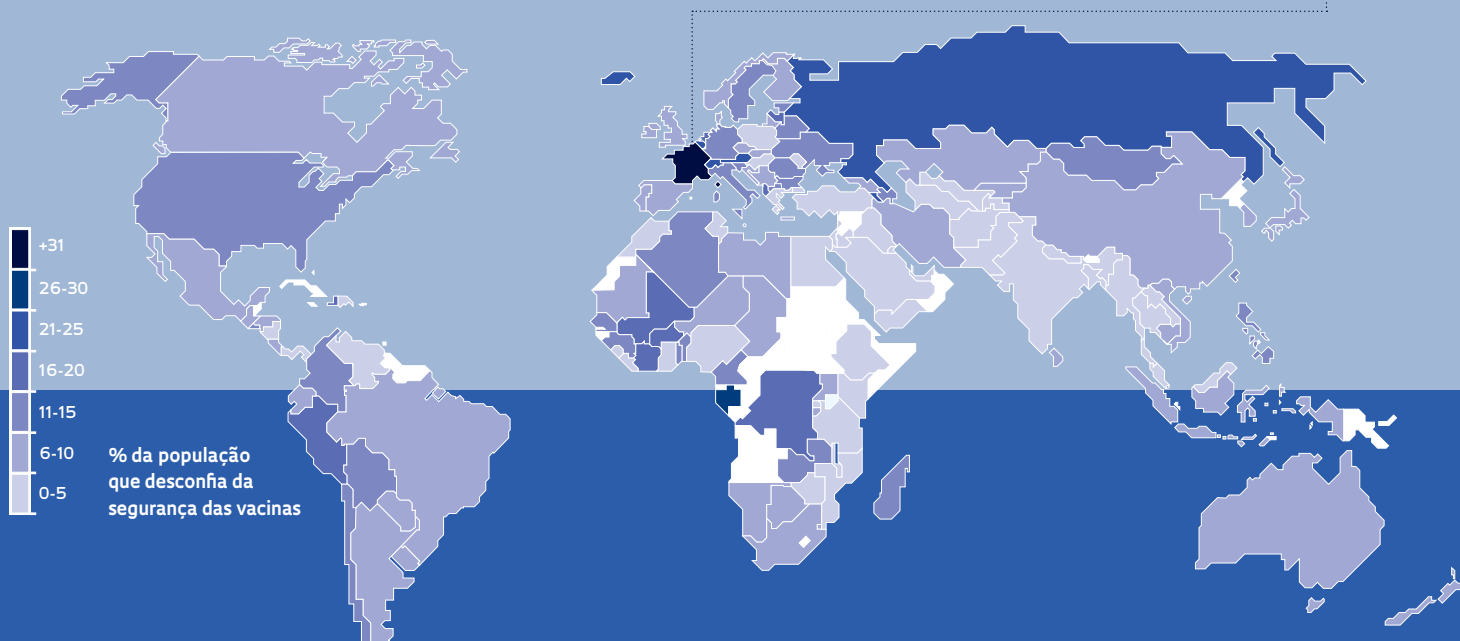
Esse problema é notável no Brasil, como mostram os resultados do estudo *Percepção pública da C&T no Brasil 2019*, feito pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) por demanda do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Realizado periodicamente desde 2006, o levantamento mostra que os brasileiros sempre afirmaram se interessar por C&T, sobretudo por assuntos ligados à medicina e ao meio ambiente. Mais recentemente, porém, mostram-se mais críticos em relação à ciência e seus usos. Em sua última edição, a pesquisa entrevistou 2.200 pessoas de todas as regiões do país e constatou uma diminuição do percentual de indivíduos que consideram que C&T só trazem benefícios para a humanidade – de 54%, em 2015, para 31%, em 2019. Também verificou um crescimento dos que julgam que C&T produzem tanto benefícios quanto malefícios – de 12% em 2015, para 19%, em 2019. Registrou ainda uma redução na proporção dos que consideram os cientistas pessoas que fazem coisas úteis para a sociedade.

33%
dos franceses
não acreditam
que a imunização
seja segura



Confiança contaminada

Descrença em relação à segurança e eficácia das vacinas tende a ser maior nos países desenvolvidos



Os grupos contrários às vacinas no Brasil se alimentam de “teorias” produzidas nos Estados Unidos e crescem sobretudo no YouTube



Em 2010, esse número era de 55,5% dos entrevistados, em 2015 caiu para 52% e, em 2019, para 41%.

A ideia de que a ciência pode ser movida por interesses privados também ganhou força. Cresceu o contingente de pessoas para quem os cientistas são indivíduos que servem a grupos econômicos e produzem conhecimento em áreas nem sempre desejáveis (ver gráfico na página 21). “Ao mesmo tempo, observa-se que essa percepção mais crítica vem acompanhada de um desconhecimento sobre conceitos científicos básicos”, ressalta a historiadora Adriana Badaró, coordenadora do estudo do CGEE. Ela cita como exemplo o fato de 73% dos entrevistados acharem que os antibióticos servem para matar vírus, e não bactérias.

Para o físico Marcelo Knobel, reitor da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), os dados são preocupantes e podem ajudar a explicar as ondas recentes de ataques às instituições de ensino e pesquisa do país. Segundo ele, o baixo nível de confiança da população na ciência e no trabalho dos cientistas, alinhado a um preocupante desconhecimento sobre o que é ciência e sua importância para o país, pode comprometer a estrutura do sistema de ensino e pesquisa nacional. “Os cortes recentes no orçamento da ciência ilustram esses riscos”, afirma Knobel, que vem mobilizando a comunidade da Unicamp contra

os cortes e os ataques à ciência. “Fazer pesquisa de qualidade exige tempo e dinheiro e isso só é viável com apoio da sociedade.”

A visão da sociedade sobre a ciência está distorcida, observa Simone Pallone de Figueiredo, pesquisadora do Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo (Labjor) da Unicamp. “Poucos, por exemplo, têm a dimensão de que as tecnologias que usamos todos os dias surgiram a partir de conceitos que levaram anos para ter uma aplicação prática em nossas vidas.”

DISFARÇANDO AS EVIDÊNCIAS

As pesquisas da Wellcome Trust e do CGEE ajudam a compreender um processo histórico, mas não explicam o surgimento de movimentos que se opõem a evidências e consensos científicos em tópicos como mudanças climáticas, teoria da evolução ou eficácia das vacinas. Um trabalho liderado por Castelfranchi, ainda em desenvolvimento, pretende lançar luz sobre essa questão. Segundo sua percepção, não existe um movimento anticientífico, mas bolhas que rejeitam certas evidências e consensos, e que aceitam outros. “Os que se recusam a reconhecer que as mudanças climáticas estejam ligadas à ação do ser humano não são necessariamente os mesmos que defendem que a Terra é plana”, diz.

ILUSTRAÇÕES E INFOGRÁFICOS: ALEXANDRE AFFONSO. FOTO: MARCELO CAMARCO / AGENCIA BRASIL

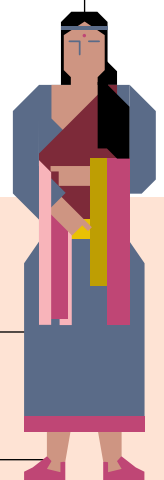
59%
dos **norte-americanos** dizem que C&T vão contra suas concepções religiosas



60%
optam pela religião quando esta entra em conflito com a ciência

10%
acham que o trabalho dos cientistas beneficia poucas pessoas no país

8%
dos **indianos** nunca ouviram falar sobre vacinas



28%
afirmam não saber nada sobre conceitos científicos básicos

59%
disseram não se interessar em conhecer mais sobre C&T

Esses grupos, ele observa, são pequenos e sempre existiram. Fortalecidos por suas próprias fontes de informação e por interpretações equivocadas de estudos científicos, ganharam notoriedade com o poder de difusão da internet. É o caso da crença de que a Terra é plana, defendida em comunidades no Facebook que reúnem quase 80 mil pessoas no mundo. “Elas tendem a ser compostas por indivíduos com uma forma paranoica de pensar, que suspeitam de consensos políticos, sociais ou científicos”, diz Castelfranchi.

As redes sociais constituem a principal ferramenta usada para disseminar essas ideias. “Os grupos contrários às vacinas no Brasil se alimentam de teorias da conspiração produzidas nos Estados Unidos e cresceram principalmente no YouTube”, destaca Dayane Machado, doutoranda do Departamento de Política Científica e Tecnológica da Unicamp. Machado, que estuda os movimentos antivacina, esclarece que eles são antigos, mas ressurgiram com força a partir de 1998, quando o cirurgião Andrew Wakefield publicou na revista *Lancet* um trabalho indicando que a vacina tríplice viral estaria associada a casos de autismo em crianças. Estudos posteriores refutaram a conexão e, em 2010, uma década após a publicação do estudo, descobriu-se que Wakefield tinha ações de uma empresa que propunha o uso de uma vacina alternativa. O artigo foi retratado e sua licença médica foi cassada, mas o estrago estava feito.

Curiosamente, a desconfiança em relação à segurança e eficácia das vacinas tende a ser maior nos países desenvolvidos. Segundo o estudo da Wellcome Trust, um terço da população da França afirmou não acreditar que a imunização seja segura. “O ceticismo sobre as vacinas não é fenômeno novo na França, mas notamos um aumento da desconfiança após a campanha de vacinação contra a pandemia de gripe em junho de 2009, durante a qual a Organização Mundial da Saúde [OMS] foi acusada de ter sido influenciada por empresas farmacêuticas”, comenta Imran

Khan, da Wellcome Trust. A hesitação vacinal é considerada a principal responsável pelo aumento de 462% no número de casos de sarampo entre 2017 e 2018 naquele país. Apesar da queda recente nas taxas de imunização, a maioria dos brasileiros ouvidos na pesquisa disse confiar nas vacinas e acreditar que elas são “importantes para as crianças”. Tendência semelhante foi observada em outros países de baixa renda, como Bangladesh, na Ásia, e Ruanda, na África (ver mapa na página 18). Machado explica que vários fatores fortalecem os grupos antivacina, entre eles a ascensão da medicina alternativa, o repúdio à interferência do Estado nas escolhas individuais e as convicções religiosas.

O debate sobre como as pessoas escolhem no que acreditar e por que algumas rejeitam consensos científicos é complexo e inconclusivo. Na avaliação do linguista Carlos Vogt, do Instituto de Estudos Avançados (IdEA) e do Labjor da Unicamp, movimentos negacionistas resultam do desconhecimento sobre o que é a ciência e como ela funciona. “A ciência é um método que nos permite identificar padrões por trás dos fenômenos da natureza e traduzi-los em leis gerais”, esclarece. O problema é que isso é pouco compreendido. “Poucos sabem que as pesquisas se baseiam em métodos, que seus resultados são submetidos à avaliação de outros cientistas da mesma área antes de serem publicados e que, se o forem, muito provavelmente serão reproduzidos por outros pesquisadores, que avaliarão se eles se confirmam ou não.” Para Vogt, é preciso entender que os resultados científicos são provisórios e suscetíveis de serem derrubados por experimentos ou observações futuras. “A verdade científica é eterna enquanto durar.”

CONSERVADORISMO

Muitas vezes, contudo, são as pessoas com mais conhecimento científico que contribuem para a polarização do debate sobre alguns tópicos científicos. Essa foi a conclusão de um estudo publicado em 2015 por Dan Kahan, professor de psicologia da Universidade Yale, nos Estados Unidos.

60%
dos chineses acham que C&T beneficiam a maioria das pessoas no país

18%
afirmaram que a religião é importante em suas vidas

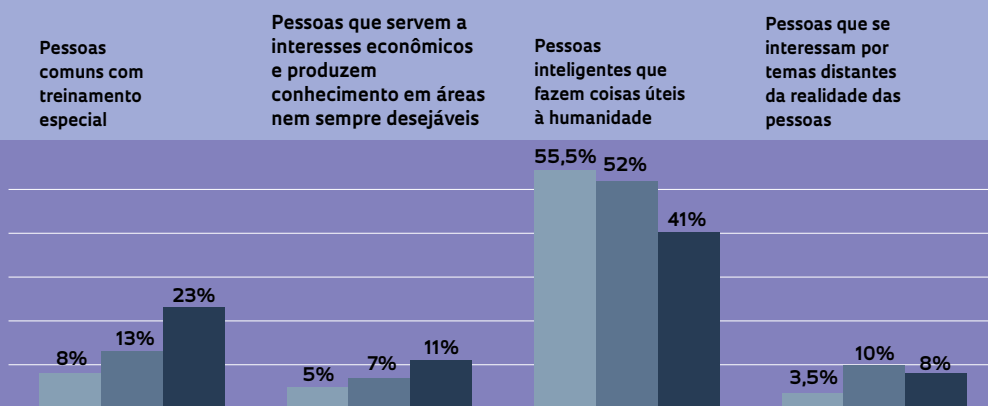
FONTE: WELLCOME GLOBAL MONITOR

Eleitores conservadores ainda resistem à ideia de crise climática, apesar do derretimento das geleiras na bacia do Ártico



Os cientistas no imaginário dos brasileiros

Como mudou a percepção das pessoas sobre os pesquisadores na última década no país



FONTE CGEE

No experimento, os participantes tinham de avaliar as ameaças das mudanças climáticas em uma escala de 0 a 10. Em seguida, o pesquisador cruzou as respostas com o nível de alfabetização científica de cada um. Kahan verificou que quanto mais os participantes conheciam a ciência e seus processos, mais radicais eram suas posições em relação aos efeitos das mudanças climáticas para um lado ou para o outro. Isso acontece porque muitas pessoas tendem a usar o conhecimento científico para reforçar crenças que elas já têm e que foram moldadas por suas visões de mundo.

O papel do conservadorismo político no modo como os norte-americanos lidam com determinadas evidências científicas foi analisado em um estudo publicado em 2017 pela Pew Research Center, instituto especializado em pesquisas de opinião pública. Verificou-se que os eleitores do Partido Republicano, sobretudo os mais conservadores, tendem a desconfiar mais de notícias sobre mudanças climáticas, eficácia de vacinas ou alimentos geneticamente modificados. Uma hipótese para essa resistência estaria no aumento do uso de evidências científicas pelo governo para justificar medidas regulatórias em setores da economia a partir da década de 1970. “Qualquer evidência que reforce a necessidade de uma intervenção estatal na economia ou nas vidas das pessoas tende a ser vista com mais desconfiança por essa parcela da população”, diz Castelfranchi.

O fenômeno é nítido nas discussões sobre as mudanças climáticas. O consenso entre cientistas sobre o aumento da temperatura global nos últimos 130 anos e o peso das atividades humanas nesse processo gerou uma participação mais efetiva dos governos na regulação da emissão de gases estufa. “Várias organizações financiadas pela indústria de combustíveis fósseis tentaram minar a compreensão do público sobre o consenso científico que havia sido alcançado sobre esse assunto, promovendo pesquisadores ‘céticos’, dis-

seminando dúvidas e controvérsias”, afirma John Besley, pesquisador especializado em opinião pública sobre C&T da Universidade do Estado de Michigan, nos Estados Unidos. Esse movimento foi tão intenso que, segundo Besley, conseguiu fazer com que a mídia se sentisse compelida a relatar as opiniões de grupos contrários.

O físico Paulo Artaxo, do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF-USP), lembra que o discurso negacionista sobre mudanças climáticas ganhou ímpeto na década de 1990, com o estabelecimento de acordos, convenções e leis que pretendiam mitigar os impactos do desenvolvimento econômico no meio ambiente. “Quando o presidente Donald Trump diz que não acredita nas mudanças climáticas, mesmo após ‘ler’ 1.656 páginas de um relatório respaldado por 300 cientistas acerca dos efeitos devastadores do aquecimento global para a economia, a saúde e o meio ambiente, ele deixa claro que irá atender os interesses políticos e econômicos dos setores que financiaram sua campanha”, diz o pesquisador.

A União Europeia estuda como enfrentar essa onda e tem promovido discussões com base em um relatório elaborado em 2018 pelo Grupo de Peritos de Alto Nível sobre Notícias Falsas e Desinformação On-line. Direcionado aos países do bloco europeu, o documento sugere uma abordagem baseada em vários pilares, entre eles mais transparência por parte dos portais e provedores da internet; “alfabetização midiática e informacional” de jovens e adultos; e promoção de pesquisas acadêmicas sobre a desinformação.

Para Marcos Nobre, o desafio que se coloca à ciência é o de dialogar mais com a sociedade. “A ciência precisa refazer sua plataforma de legitimação social e terá de ser absolutamente transparente para obter sucesso”, sugere. Ela também precisa mostrar para a sociedade que está aberta ao debate, mesmo com os que negam suas conclusões. “Do contrário, alimentará a ideia conspiratória de que tem um conluio com o poder”, conclui o pesquisador. ■

19% dos brasileiros acham que C&T trazem benefícios e malefícios



73% acreditam que os antibióticos servem para matar vírus

FONTE CGEE



Lançada em outubro de 1999, revista tornou a ciência feita em São Paulo e no Brasil mais conhecida do público

Yuri Vasconcelos

PESQUISA ÀS CLARAS





A poucos meses da chegada do ano 2000, as investigações realizadas no campo da pesquisa genômica eram um dos temas científico-tecnológicos em ebulição nos círculos acadêmicos e centros de pesquisa do Brasil e do mundo. Esse foi o pano de fundo do lançamento, em outubro de 1999, da primeira edição de *Pesquisa FAPESP*.

A capa da revista destacava os avanços de um Projeto Temático financiado pela Fundação cujo objetivo era definir os componentes genéticos da hipertensão arterial, mal que afeta milhões de brasileiros. Em suas 48 páginas, os leitores podiam ler ainda reportagens sobre novidades do sequenciamento do genoma humano, softwares criados para controle de processos industriais e os programas Parceria para Inovação Tecnológica (Pite) e Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (Pipe), ambos da FAPESP, que já beneficiavam 300 empresas.

“A revista foi fruto de um processo de evolução da comunicação da FAPESP. Ela teve e continua tendo um papel fundamental na divulgação e consolidação de diversos programas da Fundação”, afirma José Fernando Perez, diretor científico da FAPESP entre 1993 e 2005 e um dos mentores da publicação. “Além disso, sempre foi um veículo de divulgação científica de qualidade e serviu como uma escola para o jornalismo científico no país.”

Para Carlos Henrique de Brito Cruz, ex-presidente da FAPESP (1996-2002) e seu diretor científico desde 2005, a revista foi um grande passo para tornar a pesquisa feita em São Paulo e no

Brasil mais conhecida do público. “Ela tem sido muito efetiva nesse objetivo. Reportagens têm estimulado editoriais em grandes jornais e, mais interessante ainda, têm sido usadas como base para questões de exames vestibulares, indicando uma atenção por parte do ensino médio”, afirma. “Não conheço iniciativas similares de agências de financiamento à pesquisa estrangeiras. No Brasil, a revista *Pesquisa FAPESP* é muito valorizada e estimulou, para nossa satisfação, iniciativas de outras agências.”

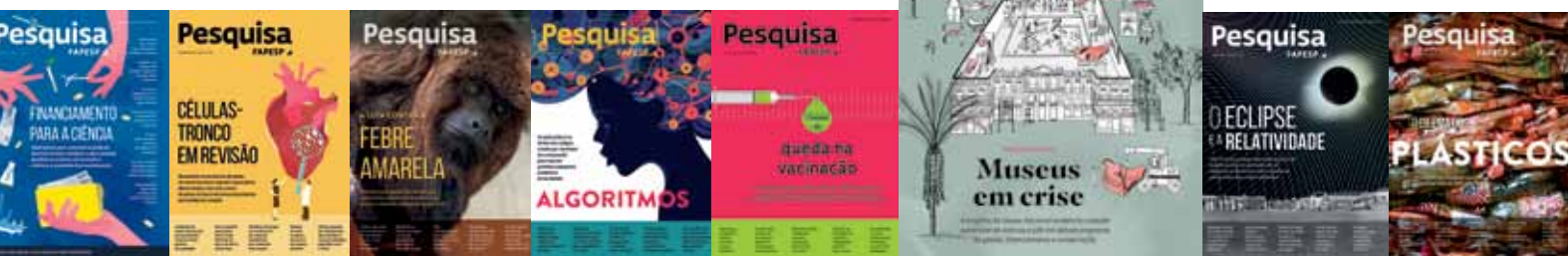
O leitor curioso que procurar no site da revista a edição de outubro de 1999, perceberá que o número estampado é o 47 – e não 1, como seria de se esperar. Explica-se: a revista teve origem no boletim *Notícias FAPESP*, lançado em agosto de 1995, e sua numeração foi adotada a partir do informativo número 1. O veículo, com tiragem inicial de mil exemplares e formato de quatro páginas, nasceu com o objetivo principal de divulgar informações sobre as ações da Fundação.

“A revista foi um desdobramento natural do boletim. Depois de quatro anos produzindo *Notícias FAPESP*, percebemos que havia espaço no país para um projeto mais robusto, de uma revista científica rigorosamente jornalística, ainda que vinculada a uma instituição”, recorda-se a jornalista Mariluce Moura, responsável pela criação de *Pesquisa FAPESP* e sua diretora de redação até dezembro de 2014.

Moura conta que sua principal referência para criar a publicação foi a revista de divulgação científica britânica *New Scientist*. “Gostava muito dela e, também, da norte-americana *Scientific*

Em destaque, as primeiras edições do boletim *Notícias FAPESP* (1) e da revista (2); o primeiro exemplar vendido em bancas, de março de 2002 (3); e as edições 100 (4) e 250 (5)





Edições regulares da revista, com destaque para a capa sobre a tragédia do Museu Nacional, de outubro de 2018

American e da francesa *La Recherche*. Esta última serviu de inspiração para o nome de *Pesquisa FAPESP*.” O projeto gráfico da revista ficou por conta do designer e artista gráfico Hélio de Almeida, responsável pelo desenvolvimento de numerosos projetos de publicações jornalísticas, além de criador de centenas de capas de livros lançados no mercado editorial brasileiro. Durante quase sete anos, até agosto de 2006, Almeida ocupou o cargo de diretor de arte da publicação.

A excelência gráfica e editorial, segundo Celso Lafer, presidente da Fundação entre 2007 e 2015, sempre foi uma marca da revista. “*Pesquisa FAPESP* informa de maneira qualificada tudo aquilo que ocorre de importante na ciência brasileira. Desde o início, ela foi aberta a todos os campos do conhecimento. É a única publicação que consegue fazer essa tradução com qualidade”, ressalta.

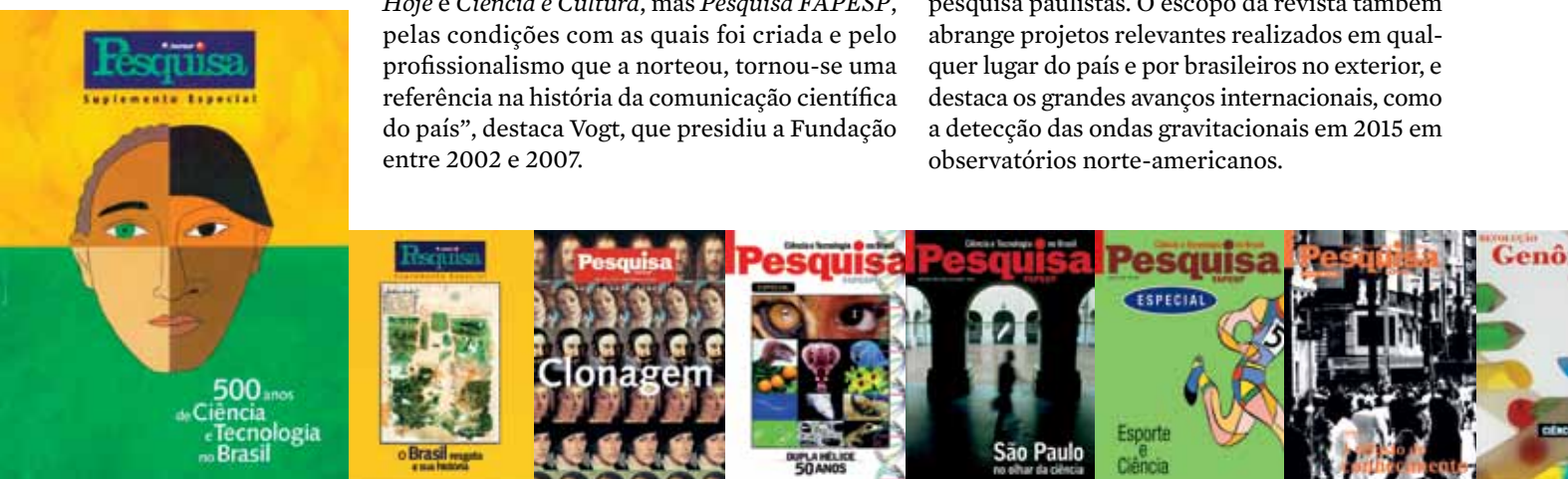
Coordenador do Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo da Universidade Estadual de Campinas (Labjor-Unicamp), Carlos Vogt destaca que a história da comunicação científica no país, envolvendo ciência e sociedade, pode ser contada com um marco fundamental, antes e depois de *Pesquisa FAPESP*. “Existem outras iniciativas importantes, como as revistas *Ciência Hoje* e *Ciência e Cultura*, mas *Pesquisa FAPESP*, pelas condições com as quais foi criada e pelo profissionalismo que a norteou, tornou-se uma referência na história da comunicação científica do país”, destaca Vogt, que presidiu a Fundação entre 2002 e 2007.

Assim como o boletim *Notícias FAPESP*, a revista era inicialmente distribuída gratuitamente para um público selecionado, formado por coordenadores de grupos de pesquisa do estado de São Paulo, reitores das universidades paulistas e autoridades do governo estadual. Posteriormente, foram incluídos no mailing todos os bolsistas da Fundação e pesquisadores contemplados com auxílios da FAPESP – e não apenas os coordenadores de grupos.

Em março de 2002, a publicação adquiriu seu formato atual – 96 páginas coloridas e organização em quatro editorias (Política Científica e Tecnológica, Ciência, Tecnologia e Humanidades), além de seções fixas, que mudaram ao longo dos anos – e passou a ser vendida em bancas e livrarias e por meio de assinaturas com o objetivo de atingir um público maior. A comercialização cresceu ao longo do tempo e hoje representa 18% de sua circulação, de 28 mil exemplares.

Embora tenha nascido com o objetivo de divulgar ações e projetos da Fundação, a publicação ampliou a área de cobertura jornalística. Em 2002, quando foi para as bancas, já trazia reportagens que não se referiam apenas a projetos financiados pela FAPESP ou às instituições de pesquisa paulistas. O escopo da revista também abrange projetos relevantes realizados em qualquer lugar do país e por brasileiros no exterior, e destaca os grandes avanços internacionais, como a detecção das ondas gravitacionais em 2015 em observatórios norte-americanos.

Coletânea de suplementos e edições especiais





Versões internacionais da revista, que começaram a ser publicadas a partir de 2004

Outros dois momentos marcantes da história da publicação ocorreram em 2004. Nesse ano, entrou no ar o programa de rádio *Pesquisa Brasil*, difundindo notícias e reportagens produzidas pela equipe da revista, e foram lançadas as primeiras edições internacionais, inicialmente em inglês e espanhol e, em seguida, em francês. Compostas por uma seleção de reportagens publicadas na edição nacional, escolhidas com base na excelência dos projetos de pesquisa retratados, na qualidade do texto, na sua repercussão entre os leitores e no interesse para o público-alvo no exterior, as versões internacionais totalizam seis edições a cada ano, sendo três em inglês, duas em espanhol e uma em francês.

O ano de 2004 também foi marcado pelo início da disponibilização de conteúdos publicados na revista para editoras de livros didáticos, entre elas Saraiva, Moderna e Poliedro Sistema de Ensino. Nos três primeiros anos, os textos eram cedidos sem custo algum; a partir de 2007, passaram a ser vendidos. Em 2018, foram comercializados 90 textos e 22 imagens (fotografias e infográficos),

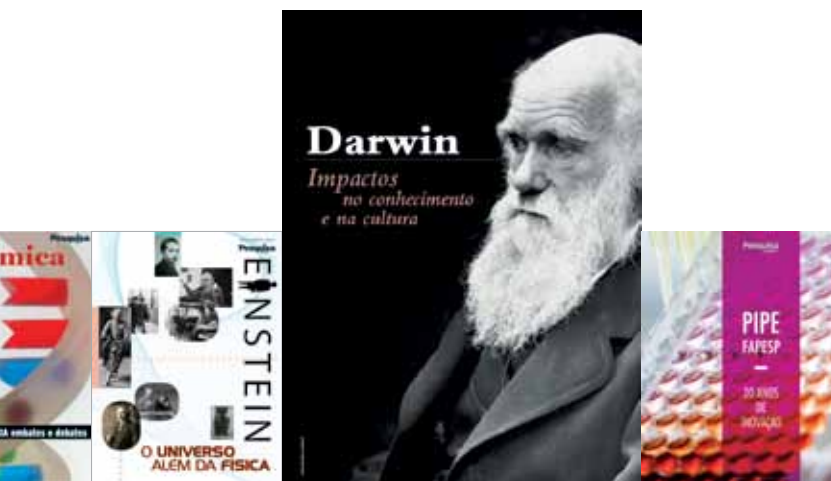
quantidade bem superior às vendas do ano anterior (26 textos e 11 imagens). Os textos ajudam a compor conteúdo didático utilizado na sua maioria por alunos do ensino médio.

MUNDO DIGITAL

Sintonizada com a evolução ocorrida no meio jornalístico nas últimas décadas, quando plataformas digitais ganharam espaço em detrimento de versões impressas, a revista lançou em 2001 seu site. Além de repositório eletrônico das edições impressas e eventuais edições especiais, oferecidas integralmente e com acesso aberto, o site passou a contar com conteúdo próprio. Vídeos curtos feitos com base nas reportagens da revista, lançados a cada 14 dias, começaram a ser produzidos com regularidade a partir de 2011. Uma reformulação operada no site no ano passado tornou a navegação mais fluida e intuitiva e reduziu o distanciamento entre o on-line e a revista impressa.

A presença da publicação em mídias sociais teve início há pouco mais de uma década, inicialmente com a página no Twitter (2008) e posteriormente no Facebook (2010). A plataforma no Instagram, criada em 2012, é a que tem apresentado maior crescimento nos últimos anos, tendo atingido quase 25 mil seguidores em junho, um aumento de 100% em relação ao mesmo mês de 2018.

Vale destacar, por fim, que, se as reportagens da revista são baseadas em resultados de pesquisas acadêmicas, por vezes a coisa se inverte e pesquisas acadêmicas se baseiam na publicação. Desde 2003, 26 teses e dissertações defendidas em universidades paulistas e em instituições de ensino superior do Rio Grande do Sul, Distrito Federal, Minas Gerais, Goiás e Santa Catarina, tiveram como foco *Pesquisa FAPESP* ou algum aspecto relacionado a ela. No mesmo período, a publicação foi abordada em 17 artigos divulgados em periódicos nacionais. ■





IMPRENSA EM TRANSIÇÃO

Com mídias digitais, jornalismo científico amplia potencial de comunicação, mas enfrenta discursos que rejeitam a verdade factual

Christina Queiroz

Há 20 anos, quando *Pesquisa FAPESP* nasceu, jornais e revistas constituíam a principal plataforma de comunicação científica em todo o mundo. O panorama foi mudando gradativamente com o avanço da internet e sua capacidade de multiplicar o número de mídias voltadas para a divulgação de assuntos de ciência e tecnologia. Se por um lado a mudança propiciou democratização de acesso ao conteúdo sobre o tema, por outro aprofundou a importância de assegurar a qualidade da informação, cuja credibilidade vem sendo constantemente desafiada.

Conglomerados de comunicação com forte presença no mercado em 1999, como era o caso da Editora Abril, perderam espaço com o passar do tempo, lembra o jornalista Eugênio Bucci, professor da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo (ECA-USP). “A imprensa foi pulverizada e entraram em cena novas empresas, como Facebook, Google e Twitter. Um jornalista que fosse congelado há 20 anos e acordasse hoje não saberia como se movimentar nesse novo cenário”, analisa, ao afirmar que tanto os modelos de comunicação como os de negócios se transformaram.

A migração do jornalismo de plataformas impressas para digitais provocou prejuízos raramente reversíveis. Bucci cita como exceção o jornal norte-americano *The New York Times*, que registrou brutal queda no faturamento entre os anos 2000 e 2012 – a receita com publicidade caiu cerca de 60% no período. Para reverter

a situação, o jornal investiu fortemente em sua plataforma digital e passou a adotar um sistema por meio do qual oferece acesso gratuito a uma certa quantidade de textos, cobrando dos leitores que desejam ampliar a leitura do conteúdo. Reforçando a estratégia on-line de marketing, conseguiu conquistar novas assinaturas digitais e retomar parte dos assinantes para a edição impressa, além de aumentar o faturamento com publicidade no site do jornal.

Para Bucci, a migração digital não deve ser considerada o grande problema da imprensa, na medida em que pode garantir a sobrevivência de publicações tradicionais que se adaptem a novos modelos de negócios. Segundo ele, o principal desafio para o jornalismo atualmente envolve a disseminação de discursos que rejeitam fatos reais e os princípios democráticos de relações civilizadas, que hoje “se proliferam em um universo digital não regulado”. “Em tempos de redes sociais, prosperam fórmulas múltiplas de destruição da verdade factual, favorecendo a circulação de crendices, superstições, preconceitos e discursos de ódio que têm ganhado terreno sobre o relato jornalístico”, reitera.

A verba publicitária migrou de suportes tradicionais – jornal, revista e televisão – para o território virtual. “Para a publicidade, o jornalismo era um agregador de público. Hoje, existem agregadores mais eficientes, que não trabalham necessariamente com princípios de respeito à verdade factual”, afirma Bucci, que dirigiu a revista *Superinteressante*, da Abril, de 1994 a 1998, período

Jornais e revistas impressos eram os principais agregadores de público, atraindo publicidade



Reportagens em Pesquisa FAPESP abordaram diferentes formatos adotados para a divulgação científica

do em que a publicação comercializava 400 mil exemplares por mês, entre assinaturas e vendas em bancas, número que hoje é de cerca de 186 mil.

INFORMAÇÕES NAS REDES

Em 2018, o Pew Research Center, centro que desenvolve pesquisas de opinião pública e em ciências sociais, localizado em Washington, nos Estados Unidos, analisou durante seis meses postagens das 30 páginas de ciência mais seguidas no Facebook, com o objetivo de identificar o tipo de informação divulgada. Segundo a pesquisa, organizações multiplataformas, como National Geographic e Discovery Channel, conseguem aproveitar o potencial de alcance da rede para atrair audiência para seus produtos tradicionais *off-line* e páginas que funcionam em redes, como o Facebook, têm a capacidade de despertar rapidamente o interesse de um grande número de pessoas.

Foi o que ocorreu com a *IFLScience*, página de informação científica criada em 2012 por Elise Andrew, blogueira britânica e comunicadora de ciência. Seis anos mais tarde, ela contava com mais de 25 milhões de seguidores e reunia uma equipe de 15 pessoas, incluindo jornalistas, profissionais do audiovisual e especialistas em mídias sociais. Além do potencial de alcance, o levantamento

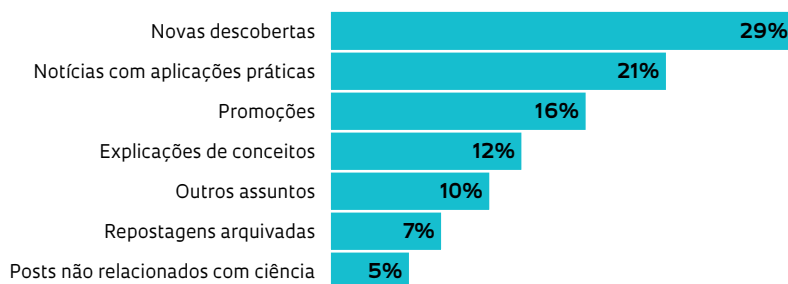
indica que a maioria do conteúdo divulgado envolve textos que mostram aplicações práticas da ciência, ou “notícias que você pode usar” (*news you can use*), além de promoções para programas e eventos, e que 30% das postagens dessas páginas no Facebook se relacionam com novas descobertas científicas.

Na avaliação do físico Peter Schulz, professor da Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), as mídias sociais disputam cada vez mais espaço com os grandes jornais no Brasil. Esses veículos impressos decidiram reduzir as equipes e o espaço dedicado à ciência, assunto que passou a ser coberto por outras editorias. “Youtubers, com sua linguagem atraente para o público jovem, ou mesmo os podcasts, que têm chamado a atenção de gerações mais velhas, conseguem conquistar audiência mais facilmente”, afirma o pesquisador, que desenvolve trabalhos de divulgação científica e estudos sobre a importância da interdisciplinaridade na ciência. Nesse contexto, jornais e revistas impressos enfrentam o desafio de encontrar novas estratégias para atrair público, enquanto para os veículos exclusivamente *on-line* a dificuldade é ter uma boa curadoria sobre o que é divulgado para garantir a credibilidade da informação e se distinguir de plataformas virtuais que propagam conteúdo impreciso ou mesmo notícias falsas sobre ciência.

Estudo desenvolvido em 2018 por uma equipe multidisciplinar coordenada por Noah Haber, doutor pelo Departamento de Saúde Global e População da Universidade Harvard e que atualmente faz pós-doutorado na Universidade da Carolina do Norte, nos Estados Unidos, constatou que a ascensão das mídias sociais alterou a forma como investigações científicas e notícias relacionadas à saúde são apresentadas ao público em todo o mundo. O trabalho buscou no banco de dados da NewsWhip Insights, empresa que desenvolve pesquisa de análise de conteúdo e mídias sociais, os textos de mídia mais compartilhados no Facebook e Twitter noticiando artigos acadêmicos sobre saúde que haviam sido revisados por pares.

Perfil das postagens

Novas descobertas representam 29% do conteúdo publicado por páginas de ciência no Facebook



FONTES: PEW RESEARCH CENTER/THE SCIENCE PEOPLE SEE ON SOCIAL MEDIA

Esses textos foram analisados por um grupo de 21 especialistas. De acordo com a equipe, 35% dos artigos acadêmicos e 48% dos textos de mídia publicados a partir desses textos empregavam linguagem que os revisores consideraram exagerada. Além disso, 58% das notícias divulgadas a partir dos artigos acadêmicos continham erros em relação ao escopo da pesquisa em questão, incluindo generalizações sobre as conclusões e confusão a respeito dos métodos utilizados.

Apesar dos problemas a serem enfrentados pelo jornalismo que cobre ciência e tecnologia, houve evolução. “A sociedade hoje está mais bem servida e tem mais acesso a notícias sobre ciência, em comparação a 20 anos atrás. É possível obter informação em diversos meios de comunicação”, avalia o jornalista norte-americano Ivan Oransky, vice-presidente e diretor editorial da Medscape, organização que além de notícias oferece treinamento jornalístico para médicos e profissionais de saúde (ver Pesquisa FAPESP nº 282). Graduado em biologia e medicina, Oransky é também um dos criadores do blog Retraction Watch, sobre retratações de artigos científicos. Ele reconhece que, em um panorama de expansão das mídias digitais, as *fake news* ganharam uma proporção indesejada. O jornalista lembra que no passado não era possível checar com a facilidade atual as fontes utilizadas em reportagens científicas. “Nesse contexto, o grande problema é que as

pessoas não estão habituadas a conferir a veracidade das informações, apesar da simplicidade com que esse trabalho poderia ser feito”, analisa.

CIENTISTAS COMUNICADORES

O esforço de cientistas em atuar de forma proativa no fornecimento de informações relevantes para a imprensa tem desempenhado papel preponderante para melhorar a cobertura da área, avalia o editor de ciência do jornal britânico *Financial Times*, Clive Cookson. Jornalista especializado em ciência há mais de 30 anos, em palestra proferida no final de 2018 na Universidade de Oxford, no Reino Unido, Cookson enfatizou o trabalho do Science Media Center, instituição criada em Londres em 2002 com o objetivo de reunir cientistas especializados em diferentes áreas e que auxiliam jornalistas na elaboração de reportagens, indicando fontes e avaliando artigos. Além de aperfeiçoar a cobertura da mídia britânica, ele diz que o centro impulsionou a criação de organizações similares na Alemanha, Austrália, Nova Zelândia, no Canadá e Japão.

Por fim, Buccì afirma que, apesar das mudanças radicais enfrentadas pela imprensa, sua missão permanece a mesma. “Buscar a verdade factual, aproximar o homem comum do conhecimento e vigiar criticamente o poder são desafios ainda maiores para o jornalismo de ciência, em tempos nos quais multidões acreditam que a Terra é plana e que vacinas fazem mal”, conclui. ■

Investimento na estratégia on-line permitiu a jornal norte-americano recuperar fôlego financeiro para versão impressa



Revista acompanhou a evolução dos projetos de sequenciamento, que aprimoraram o diagnóstico de doenças e levaram ao desenvolvimento de medicações inovadoras

Ricardo Zorzetto



LEGADOS DO GENOMA

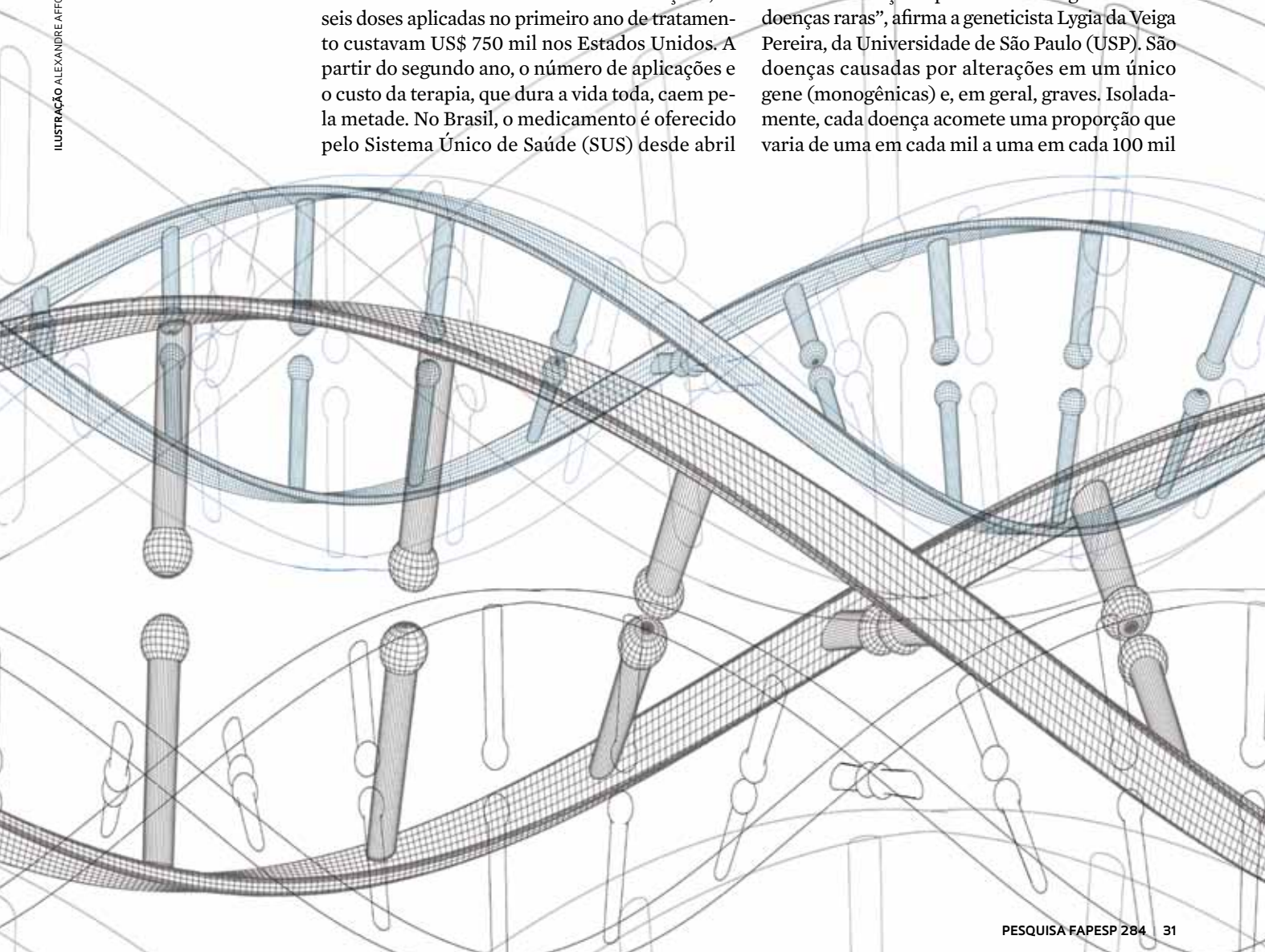
Apartir deste mês, oito centros do sistema público de saúde brasileiro especializados em doenças raras devem disponibilizar para todas as crianças com atrofia muscular espinal (AME) o primeiro medicamento capaz de amenizar os sintomas do problema de origem genética. Esse tipo de atrofia leva à perda progressiva da força muscular e, nos casos graves, à morte precoce. Aprovado para uso clínico em 2016 nos Estados Unidos e em 2017 no Brasil, o fármaco nusinersen – comercializado pelo laboratório norte-americano Biogen com o nome de Spinraza – melhorou a habilidade motora de 40% das crianças tratadas, segundo dados publicados em 2017 na revista científica *New England Journal of Medicine*. O medicamento modifica o funcionamento de um gene e aumenta a produção da proteína SMN, essencial à sobrevivência das células da medula espinal que transmitem os comandos do cérebro para os músculos.

Injetado sob as membranas que protegem a medula espinal, o nusinersen é um dos medicamentos mais caros do mundo. Ao ser lançado, as seis doses aplicadas no primeiro ano de tratamento custavam US\$ 750 mil nos Estados Unidos. A partir do segundo ano, o número de aplicações e o custo da terapia, que dura a vida toda, caem pela metade. No Brasil, o medicamento é oferecido pelo Sistema Único de Saúde (SUS) desde abril

para os casos que se manifestam nos primeiros 6 meses de vida e, a partir de agora, também para os que iniciam depois disso – aqui nascem por ano de 300 a 400 crianças com AME.

O nusinersen integra uma nova classe de compostos. Esses medicamentos surgem como desdobramento do sequenciamento do genoma humano, que transformou a biologia molecular e foi tema frequente nas páginas de *Pesquisa FAPESP* em seus 20 anos de existência. A revista publicou ao menos 10 capas sobre os vários projetos genoma e seus resultados, além de dezenas de reportagens menores. A definição da ordem dos 3,3 bilhões de bases nitrogenadas (adenina, A; timina, T; citosina, C; e guanina, G) do genoma humano abriu caminho para análises mais rápidas e precisas dos seus genes, o que, por sua vez, aprimoraram e baratearam o diagnóstico de doenças genéticas. Também levaram a tratamentos inovadores, alguns com o potencial de cura. Essas novas terapias, no entanto, ainda permanecem de acesso limitado pelo custo exorbitante.

“O sequenciamento do genoma humano permitiu um avanço importante no diagnóstico das doenças raras”, afirma a geneticista Lygia da Veiga Pereira, da Universidade de São Paulo (USP). São doenças causadas por alterações em um único gene (monogênicas) e, em geral, graves. Isoladamente, cada doença acomete uma proporção que varia de uma em cada mil a uma em cada 100 mil



peças. Somadas, atingem quase 6% da população mundial, proporção semelhante à afetada pelo diabetes (8,5%). Por volta de 2000, quando um consórcio público internacional de sequenciamento competia com a empresa liderada pelo geneticista norte-americano John Craig Venter para concluir a tarefa de ler e ordenar as letras químicas do genoma humano, eram conhecidas 1.900 doenças monogênicas. Hoje estão mapeadas alterações em 4.147 genes associadas a 6.499 enfermidades, segundo a base Online Mendelian Inheritance in Man (Oimim).

O avanço nas técnicas de sequenciamento e a evolução da bioinformática permitiram comparar o genoma de indivíduos saudáveis com o de pessoas com diferentes enfermidades e identificar a causa das doenças monogênicas – algo que ainda não se viu para as enfermidades que envolvem vários genes (poligênicas) e são mais complexas. “Esse conhecimento foi essencial para melhorar a identificação e o tratamento, além da prevenção, feita por meio de aconselhamento genético das famílias”, explica a geneticista Mayana Zatz, coordenadora do Centro de Pesquisa sobre o Genoma Humano e Células-Tronco (CEGH-CEL) da

USP, um Centro de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) financiado pela FAPESP. No CEGH-CEL, um único teste detecta alterações em genes associados a quase 6,7 mil doenças (neuromusculares, cânceres hereditários, autismo e outras).

Identificar a causa das doenças genéticas melhora a qualidade de vida por permitir ao médico selecionar os remédios mais eficientes para atenuar os sintomas e evitar os medicamentos que os agravam. Também ajuda a preparar familiares e cuidadores para a evolução da enfermidade. Há ainda um benefício imponderável, lembra a médica geneticista Iscia Lopes Cendes, coordenadora do Laboratório de Genética Molecular da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e pesquisadora do Brainn, outro Cepid financiado pela FAPESP. “Os testes genéticos muitas vezes dão um diagnóstico definitivo para essas doenças graves e reduzem a angústia dos pais”, explica.

Quando a primeira versão do genoma humano foi publicada, em 2001, houve otimismo exagerado de muitos pesquisadores, sentimento que repercutiu nos meios de comunicação e despertou na população anseios difíceis de serem atendidos. Na ocasião, o geneticista norte-americano Francis


Evolução das terapias gênicas

Em três décadas, 2.926 tratamentos que modificam o funcionamento dos genes foram testados em seres humanos

apenas **5** chegaram ao mercado



FONTE JOURNAL OF GENE MEDICINE



hoje se conhecem
4.147 genes
associados a **6.499** doenças

Collins, à época diretor do Instituto Nacional de Pesquisa do Genoma Humano (NHGRI) dos Estados Unidos, que coordenou o consórcio público de sequenciamento, comparou o genoma a um livro que narraria a jornada de nossa espécie no tempo. E acrescentou: “É um livro de medicina transformador, com ideias que darão aos prestadores de serviços de saúde poderes imensos para tratar, prevenir e curar doenças”.

O tom hiperbólico contrastou com o comediamento dos artigos científicos relatando o feito – um publicado em 15 de fevereiro de 2001 na revista *Nature* pelo consórcio integrado por Collins e outro no dia 16, na *Science*, pela equipe de Venter. Ao falar para os pares, o grupo de Collins foi cauteloso. Afirmou que haveria consequências para a medicina no longo prazo e encerrou o artigo dizendo: “Devemos estabelecer expectativas realistas de que os benefícios mais importantes não serão obtidos da noite para o dia”.

Na *Science*, Venter e seus colaboradores escreveram: “A sequência é apenas o primeiro nível de entendimento do genoma. Todos os genes e seus elementos de controle devem ser identificados; suas funções, em conjunto ou isoladamente, definidas; as variações na sequência deveriam ser descritas no mundo todo; e a relação entre as variações no genoma e as características fenotípicas [observáveis] específicas, determinadas”.

A ciência, como eles sabiam, não é rápida. “Nesses quase 20 anos, muita coisa progrediu, mas ainda não alcançamos as aplicações que muitos imaginavam”, afirma Cendes.

NO CONSULTÓRIO

Os avanços nas tecnologias de sequenciamento e nas estratégias de análise de dados pela bioinformática foram essenciais para que a medicina, quase duas décadas mais tarde, começasse a utilizar os conhecimentos da genômica na prática

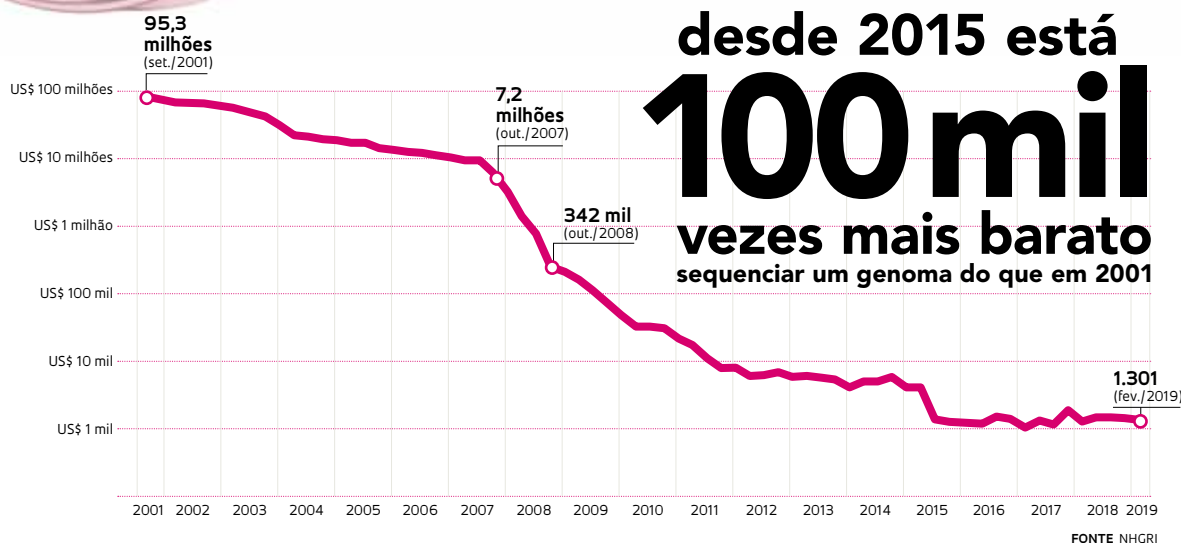
clínica. “Só recentemente algumas áreas médicas passaram de uma postura contemplativa para outra mais ativa”, conta o neurologista infantil Fernando Kok, pesquisador da Faculdade de Medicina da USP (FM-USP) e diretor médico da Mendelics, empresa de diagnósticos genéticos personalizados. Para ele, deve surgir em breve uma onda de terapias gênicas, que serão de acesso restrito pelo custo. “Ampliar o acesso será um problema para os gestores da área da saúde”, alerta.

Um motor do progresso na genômica foi o aprimoramento da tecnologia de sequenciamento. Em meados dos anos 1970, quando Allan Maxam e Walter Gilbert, nos Estados Unidos, e Frederick Sanger e Alan Coulson, na Inglaterra, desenvolveram as duas primeiras estratégias de sequenciar o DNA, o processo era lento e trabalhoso – Gilbert e Sanger dividiram o Nobel de Química de 1980 com o bioquímico Paul Berg. Gastava-se um dia para identificar a ordem de algumas centenas de bases de DNA. Só uma década depois surgiram os aparelhos automatizados, que empregavam o método de Sanger e foram usados no Projeto Genoma Humano.

Mais precisa, essa técnica sequencia, a cada vez, apenas um trecho curto de DNA, de até 900 bases. Nela, são produzidas cópias com um número crescente (1, 2, 3...) de bases. Apenas uma base (A, C, T ou G) é acrescentada a cada cópia – a última base é sempre marcada com um corante fluorescente (verde para A; azul para C; vermelho para T; e verde para G). Terminada a produção das cópias, elas são separadas por tamanho. Como se conhece a última base de cada cópia, é possível restabelecer a sequência original. O método de Sanger é usado ainda hoje para sequenciar moléculas isoladas de DNA, embora tenha sido substituído na maior parte das aplicações por uma técnica mais rápida e barata, o sequenciamento de nova geração (NGS),

Queda em ritmo acelerado

O custo de sequenciar um genoma equivalente ao do ser humano diminuiu continuamente até 2015, quando se estabilizou



que identifica a ordem das bases de milhões de moléculas simultaneamente. Além das duas, adotadas em laboratórios clínicos, há uma terceira técnica, usada em pesquisa: o sequenciamento em tempo real de molécula única (SMRT), no qual uma fonte de laser ilumina cada base marcada com um corante fluorescente à medida que ela é adicionada à fita de DNA que está sendo copiada.

O custo da empreitada baixou de US\$ 100 milhões em 2001 para cerca de US\$ 1 mil em 2015, segundo cálculos do NHGRI (ver gráfico acima). Esse valor permanece estável, embora empresas trabalhem para reduzir o preço do sequenciamento do genoma ou, ao menos, do exoma, a parte que contém os 24 mil genes que codificam proteínas, para centenas de dólares.

“Foi preciso chegar ao ponto de as técnicas baratarem muito e nos tornarmos bons o suficiente na interpretação dos dados para tornar essa tecnologia disponível na prática médica”, conta Cendes. Um trabalho orientado por ela e pela médica geneticista Antonia Marques de Faria, também da Unicamp, ajudou a embasar a aprovação de março deste ano de incorporar um novo teste genético no SUS para diagnosticar deficiência intelectual: o sequenciamento do exoma.

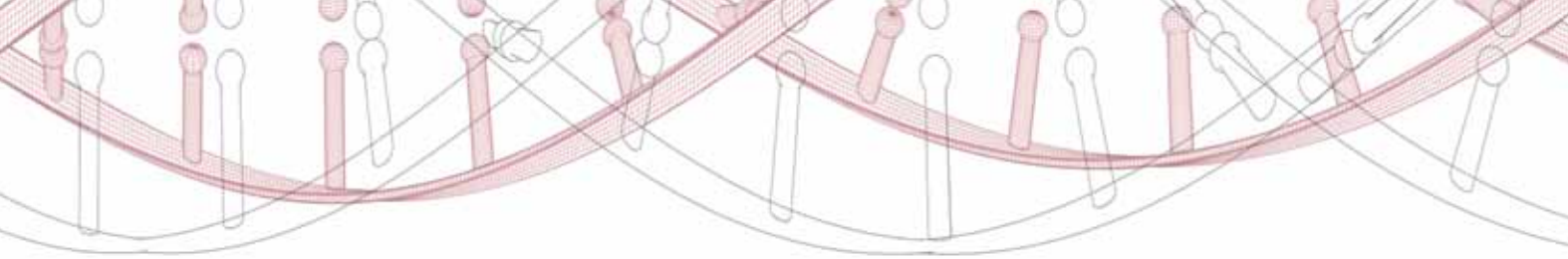
Com diferentes manifestações clínicas, a deficiência intelectual é considerada um conjunto de doenças raras de diagnóstico clínico difícil. Suas diversas formas, somadas, atingem de 1% a 2% da população e prejudicam, em diferentes graus, o aprendizado, a habilidade de interação social e a capacidade de autocuidado. O diagnóstico atual no SUS é feito por teste de cariótipo (análise dos cromossomos, as estruturas em que os genes es-

tão empacotados) e por *microarray*, técnica que analisa repetições no genoma e ainda é pouco disponível. A primeira identifica a causa em 3% dos casos e a segunda, em até 20%. Já a análise de exoma funciona em quase 40% das vezes. Na relação entre custo e benefício, a opção pelo exoma parece compensar, segundo estudo realizado por Joana Protá, aluna de doutorado orientada pelas pesquisadoras da Unicamp.

DOENÇAS COMUNS

Se a genômica fez avançar a determinação das causas das doenças raras, ainda deixa a desejar no que diz respeito às enfermidades mais comuns, como diabetes, problemas cardiovasculares, doenças psiquiátricas e muitas formas de câncer, importantes do ponto de vista de saúde pública por atingirem um número elevado de pessoas. São doenças complexas e multifatoriais: resultam da ação de dezenas a centenas de genes, que interagem entre si e com o ambiente. Por essa razão, até hoje não se encontrou um gene que, sozinho, desempenhe papel importante no surgimento da hipertensão arterial, problema que atinge cerca de um terço da população adulta no mundo – as formas decorrentes de alteração em um único gene são raras. O mesmo ocorre com diabetes, transtornos psiquiátricos e vários tipos de câncer.

Nas doenças complexas, a contribuição de cada gene é pequena. Só é possível quantificar o efeito de cada um comparando um número grande de genomas, como começa a ser feito na Inglaterra, nos Estados Unidos e na China, onde há projetos para sequenciar o material genético de até 1 milhão de pessoas. Ainda assim, o que se encon-



trar por lá pode valer apenas para as populações europeias ou asiáticas. Em um artigo publicado em março deste ano na revista *Cell*, o geneticista Giorgio Sirugo, da Universidade da Pensilvânia, e dois colaboradores dos Estados Unidos afirmam que os estudos de ampla associação do genoma, destinados a identificar variantes associadas a traços complexos ou ao risco de desenvolver doenças, estão concentrados em poucas populações: 52% foram realizados com europeus e 21% com asiáticos. Segundo os pesquisadores, estudar grupos de outras origens é importante porque “os padrões de variação genética entre populações podem afetar o risco de desenvolver doenças e a eficácia e a segurança dos tratamentos”.

No Brasil, ainda são raros os estudos de avaliação genômica da população. No CEGH-CEL, a equipe de Zatz realizou a análise do exoma de aproximadamente 1.500 paulistas com mais de 60 anos, em busca de variações gênicas protetoras, e a Brazilian Initiative on Precision Medicine (Bipmed), coordenada por Cendes, foi pioneira no compartilhamento público dos dados genômicos de quase 900 indivíduos (350 deles saudáveis, representantes da população geral). No A.C.Camargo Cancer Center, em São Paulo, os pesquisadores sequenciaram recentemente o

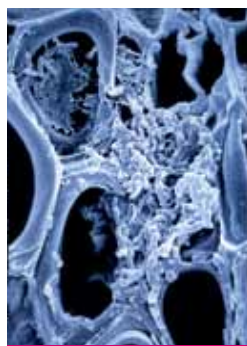
genoma de 300 pessoas com câncer de estômago. Na USP, Lygia Pereira atualmente planeja obter dados de centenas de milhares de genomas de brasileiros para caracterizar as variações genéticas da população.

Até o momento, porém, as análises genômicas permitem, no máximo, associar a ocorrência de determinadas alterações genéticas ao risco (predisposição) de desenvolver um problema de saúde. “Para o diabetes e a obesidade, por exemplo, a contribuição desses estudos ainda é pequena, com potencial de, no médio prazo, permitir tratamentos mais efetivos”, comenta o endocrinologista especializado em doenças genéticas Alexander Jorge, da USP.

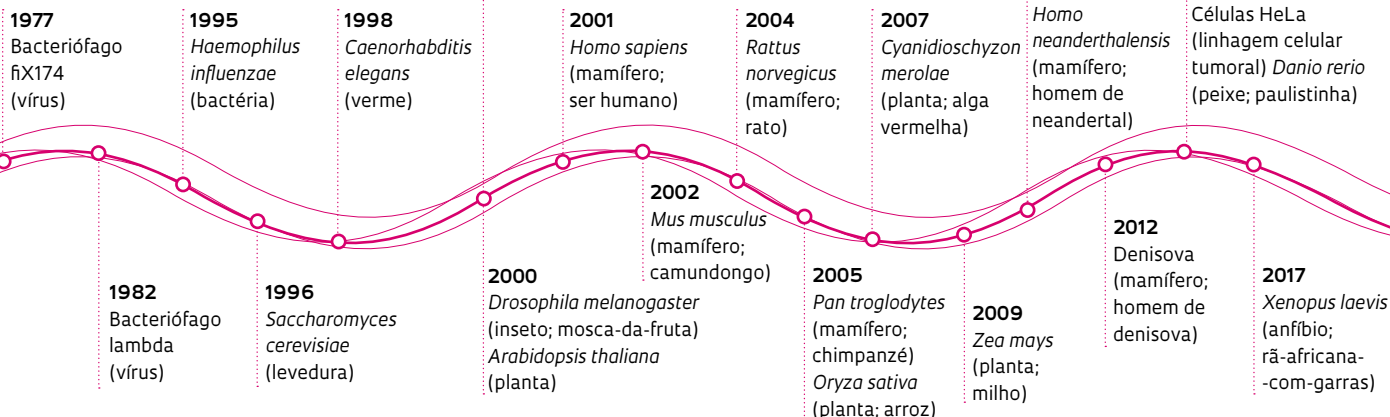
A pesar dessas limitações, as informações sobre alterações genéticas obtidas a partir do genoma e dos projetos que o seguiram têm auxiliado o diagnóstico e o tratamento de muitos dos quase 200 tipos conhecidos de câncer. “Na oncologia, as características genéticas dos tumores vêm sendo usadas para identificar o tipo de câncer e sua agressividade. Também permitem acompanhar a evolução da doença e a resposta ao tratamento”, relata a geneticista Anamaria Camargo, coordenadora do Centro

Marcos do sequenciamento

Em 40 anos, definiu-se a ordem de bases que compõem o genoma de 20 organismos e células importantes para a ciência



Vasos do caule de laranjeira bloqueados por colônia da bactéria *Xylella fastidiosa*, o primeiro fitopatógeno a ter o genoma sequenciado





Ambystoma mexicanum

32 bilhões
de pares de bases

tem o genoma da salamandra axolotl, o maior já sequenciado

Grandes e pequenos

O tamanho dos genomas varia bastante de uma espécie para outra, por razões não totalmente compreendidas

Zea mays (milho)

2,5 bilhões
de pares de bases

Homo sapiens (ser humano)

3,3 bilhões
de pares de bases

de Oncologia Molecular do Instituto Sírio-Libanês de Ensino e Pesquisa (IEP), em São Paulo.

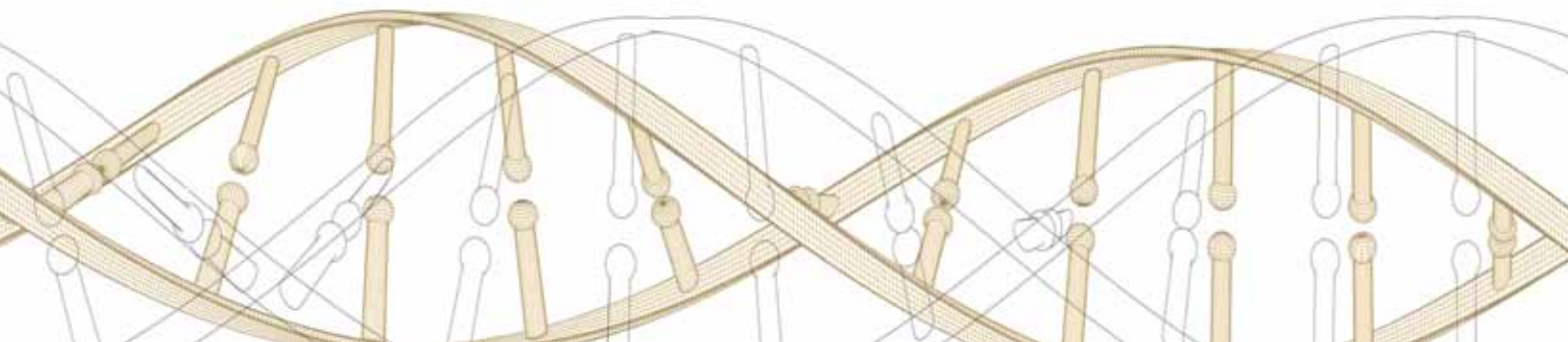
Assim como Camargo, muitos líderes dos principais centros de diagnóstico e tratamento oncológico do país acompanharam de perto o Projeto Genoma Humano e adquiriram conhecimentos de genômica ao participar dos primeiros projetos de sequenciamento do país, organizados e financiados pela FAPESP e por outras instituições. Em 1997, sob a coordenação dos bioquímicos Andrew Simpson e Fernando Reinach, à época, respectivamente, do Instituto Ludwig para Pesquisa sobre o Câncer (LICR) e da USP, e do geneticista Paulo Arruda e do bioinformata João Carlos Setubal, na Unicamp, equipes de 35 laboratórios paulistas iniciaram o sequenciamento do genoma da bactéria *Xyllela fastidiosa*, causadora da clorose variegada dos citros, ou amarelinho, doença que derrubava a produção dos laranjais paulistas.

“Foi um projeto concebido para capacitar os grupos para realizar sequenciamento de genomas, o que praticamente não existia no país”, afirma o físico José Fernando Perez, à época diretor científico da Fundação e atualmente diretor-presidente

da Recepta Biopharma, empresa biotecnológica que desenvolve compostos para tratar câncer.

Cerca de três anos mais tarde, os 2,7 milhões de bases do genoma da bactéria haviam sido identificados e ordenados. O artigo mostrando o resultado foi capa da edição de 13 de julho de 2000 da revista *Nature*. Na época, o Projeto Genoma Humano ainda estava em curso, e o genoma de apenas oito organismos considerados modelos na biologia havia sido sequenciado: dois vírus, uma bactéria, uma levedura, um verme e uma planta (*ver página 35*). O genoma da *Xyllela* foi o primeiro de um organismo causador de doença em plantas, com relevância comercial. “Foi um momento em que o Brasil mostrou que, competindo em condições de igualdade, faz ciência de nível internacional”, afirma Simpson, atualmente diretor científico da Orygen Biotecnologia, empresa farmacêutica voltada para a produção de anticorpos, vacinas e outros medicamentos de origem biológica.

“Naquele período, o Brasil foi um dos raros países capazes de sequenciar o genoma completo de um organismo”, lembra Reinach, que há anos se



Arabidopsis thaliana
125 milhões
de pares de bases

Ciclovírus associado humano 11

1.710
pares de bases

tem o genoma desse vírus, um dos menores genomas conhecidos

desligou da universidade e hoje dirige um fundo de investimento em empresas inovadoras. De lá para cá, já se sequenciou o genoma de quase 19 mil organismos: 3,5 mil vírus; 14,7 mil bactérias; e 400 animais e plantas formados por uma ou mais células.

Durante a concepção do projeto da *Xyllela*, o oncologista Ricardo Brentani (1937-2011), então diretor da filial brasileira do LICR, decidiu organizar uma equipe e também participar do sequenciamento. “Brentani viu na *Xyllela* uma oportunidade de trazer a genômica para a oncologia”, conta Emmanuel Dias-Neto, coordenador do Laboratório de Genômica Médica do A.C.Camargo Cancer Center, do qual Brentani era também diretor. Ali, como no IEP, geneticistas e outros pesquisadores da área básica trabalham em colaboração com o corpo clínico do hospital usando informações genéticas dos tumores para orientar o tratamento e identificar o reaparecimento de tumores antes que se tornem detectáveis nos exames de imagem.

Em 1998, próximo à conclusão do genoma da *Xyllela*, alguns laboratórios que já participavam do projeto e outros que ainda não haviam entrado na onda genômica se organizaram para sequenciar, usando uma técnica desenvolvida por Dias-Neto e Simpson, trechos internos de genes que se encontram ativos nos tumores de mama, intestino, cabeça, pescoço, entre outros, com ênfase nos mais comuns na população brasileira. Os dados de 280 mil sequências foram depositados em um banco público de informações gênicas, o GenBank, e usados para auxiliar na identificação de genes nos cromossomos humanos sequenciados pelos grupos do Projeto Genoma Humano.

Ao sequenciamento do genoma da *Xyllela* e do câncer, seguiu-se no Brasil o de outros patógenos de plantas (da bactéria *Xanthomonas citri*) e humanos (da bactéria *Leptospira* sp e do parasita *Schistosoma mansoni*), além do genoma do boi.

Também se sequenciaram os genes expressos na cana-de-açúcar, o que possibilitou a produção de uma planta transgênica resistente a pragas e herbicidas, e os do eucalipto. Desse esforço, resultou ainda a criação de empresas de biotecnologia, como a Scylla, a Alellyx e a CanaVialis – as duas últimas foram compradas pela multinacional Monsanto e, depois, fechadas. Na visão de Perez, porém, “um dos legados mais importantes dos genomas coordenados pela Fundação foi o desenvolvimento da bioinformática no Brasil”.

Antes do início dos sequenciamentos em maior escala, o bioinformata tinha uma formação autodidata, conta João Meidanis, da Unicamp, que se graduou em matemática e optou pela bioinformática durante o doutorado nos Estados Unidos, quando se envolveu na análise do genoma da bactéria *Escherichia coli*. Desde então, surgiram cursos específicos para bioinformatas em algumas universidades brasileiras. “A comunidade cresceu, mas não no ritmo que se esperava e a bioinformática continua um gargalo para a análise das informações genômicas”, relata Meidanis, que também dirige a empresa Scylla Informática.

Arruda, da Unicamp, avalia a era dos sequenciamentos de genomas como um marco para a ciência brasileira. “Aprendemos a trabalhar em rede e a gerenciar grandes grupos de forma eficiente”, conta. “Também estabelecemos uma interação importante entre a universidade e empresas do setor privado.”

“Se não tivéssemos desenvolvido esses projetos naquele momento, hoje talvez não estivéssemos prontos para usar essa tecnologia que se tornou corriqueira”, conta a bióloga Marie-Anne van Sluys, da USP. Hoje ela coordena a participação brasileira em uma iniciativa bem mais ambiciosa: o Earth Biogenome Project, que planeja sequenciar em 10 anos o genoma de todas as espécies de plantas e animais (uni ou pluricelulares) conhecidas. Será um trabalho hercúleo. São conhecidos cerca de 2,3 milhões de espécies, mas estima-se que, no total, sejam de 10 a 15 milhões. ■



As reportagens de capa das edições nº 50, 51, 68 e 97 (a partir da esq.) de Pesquisa FAPESP trataram de projetos ligados a sequenciamentos de genomas

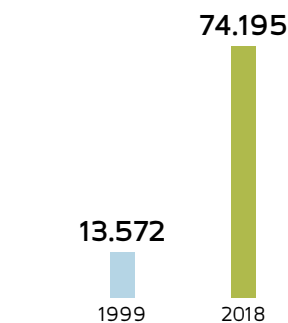
Em duas décadas, parâmetros da ciência brasileira evoluíram de modo consistente

Fabício Marques

A EXPANSÃO EM NÚMEROS

Artigos publicados

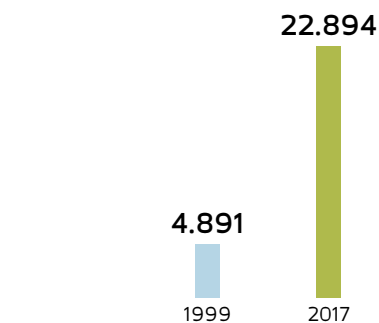
+446%



FONTE SCOPUS

Títulos de doutor

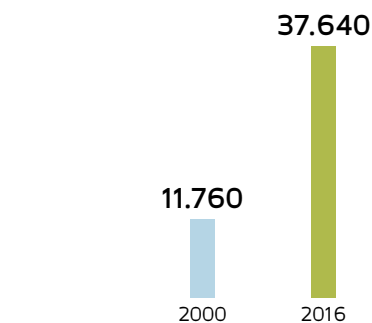
+368%



FONTE CAPES

Grupos de pesquisa

+220%



FONTE DGP/CNPQ

Desde 1999, quando *Pesquisa FAPESP* começou a circular, o perfil da ciência brasileira passou por uma grande transformação. A produção científica nacional cresceu mais do que cinco vezes: o número de artigos de pesquisadores do Brasil publicados em revistas indexadas na base Scopus, que estava na casa dos 13,5 mil no final dos anos 1990, alcançou 74 mil em 2018, levando o país do 18º para o 13º lugar entre as nações que mais geram conhecimento na forma de *papers*. É certo que a base Scopus incorporou muitos periódicos brasileiros nos últimos anos, o que dificulta a comparação entre os dois momentos. Mas outros parâmetros confirmam a expansão. O contingente de cientistas em atividade é um deles, como mostram os censos do Diretório de Grupos de Pesquisa, um inventário de equipes de pesquisadores em atividade no país feito pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). A quantidade de grupos cadastrados saltou de 11,7 mil em 2000 para 37,6 mil em 2016, o último dado disponível. O número de pesquisadores com doutorado cresceu de 27 mil para 130 mil, o equivalente a 380% – como parâmetro de comparação, a população brasileira cresceu 21% nos últimos 20 anos.

A mudança não foi só quantitativa. Os pesquisadores dividem-se hoje em porções equivalentes em relação ao gênero, enquanto, há 20 anos, os homens eram 56% e as mulheres 44%. Houve um impulso na formação de novos talentos. O número de doutores titulados evoluiu de 4,9 mil em 1999 para quase 22,9 mil em 2018, um avanço de 370%; o de mestres aumentou no mesmo ritmo, de 15 mil para 51 mil por ano. “A expansão demonstra o sucesso do modelo de pós-

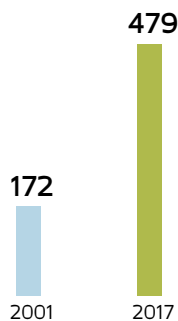
-graduação adotado no Brasil a partir da década de 1960, voltado para formar internamente os recursos humanos necessários para a pesquisa, a docência nas universidades e outras demandas da sociedade”, diz o cientista político Abílio Baeta Neves, ex-presidente da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Tal desempenho não teria sido viável sem o crescimento do ensino superior – que forma hoje mais de 900 mil graduados por ano, ante 350 mil na virada dos anos 1990 para os 2000.

Indicadores relacionados à qualidade da pesquisa também melhoraram. Exemplo disso são os programas de pós-graduação com notas 6 e 7, as mais altas na avaliação periódica feita pela Capes – tais notas são conferidas a programas com alto grau de interação com grupos de pesquisa internacionais. O número de programas com notas 6 e 7 cresceu 178%: contavam-se 479 na avaliação divulgada em 2017 e 172 na de 2001. O aumento é proporcional ao de número de programas em atividade, que subiu de 1.545 para 4.175 no período.

Baeta Neves, que presidiu a Capes no final dos anos 1990 e voltou a comandá-la entre 2016 e 2018, ressalta uma transformação importante no conceito de um programa de pós-graduação de qualidade. Até meados dos anos 1990, a agência classificava os programas por letras – de A até E. “Havia um evidente esgotamento desse modelo, já que mais da metade dos programas estava no extrato mais alto, com notas A e B”, recorda-se. Na avaliação divulgada em 2001, referente aos três anos anteriores, introduziu-se uma nova escala, reservando as notas 6 e 7 para os programas mais competitivos mundialmente. “Naquele momento, com a oferta de novos indicadores bibliométricos, começou a ficar claro que a inter-

Programas de pós-graduação NOTAS 6 E 7

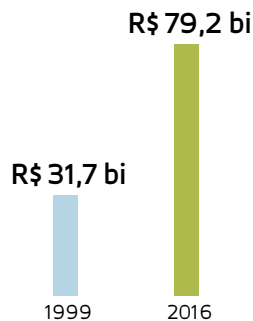
+ 178%



FONTE CAPES

Dispêndios em P&D

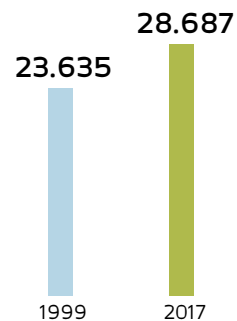
+ 150%



FONTE MCTIC – EM VALORES DE 2016

Pedidos de patente no país

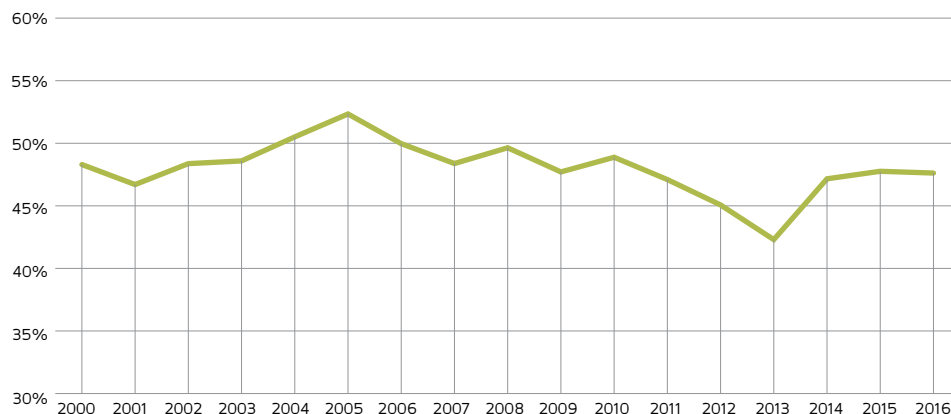
+ 21%



FONTE INPI

Esforço privado sem crescimento

Participação das empresas nos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no Brasil entre 2000 e 2016, em % do total



FONTE INDICADORES/ MCTIC

nacionalização era um parâmetro fundamental, pois a produção científica em colaboração com instituições do exterior tinha impacto, medido em citações, quatro vezes maior do que a realizada internamente.” Para Elizabeth Balbachevsky, do Departamento de Ciência Política da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP), a expansão das universidades públicas e de seus programas de pós-graduação não rompeu com o padrão que divide o sistema em duas categorias. “Temos um grupo de universidades de pesquisa, com corpo docente internacionalizado e ativo em redes de produção do conhecimento, e um grupo de universidades regionais, em que os professores se dedicam mais ao ensino e têm articulação com redes mais tênue.” Ela observa que os melhores programas de pós-graduação concentram-se nas universidades consolidadas, enquanto nas mais jovens há uma ênfase na criação de programas interdisciplinares, que têm pouca tradição e enfrentam dificuldades para serem avaliados adequadamente pela Capes. “A divisão em dois pelo-tões acontece em muitos países. O complicado é impor um desenho único para todas as universidades públicas. Isso impede que as universidades regionais aproveitem o que elas têm de melhor, que é dar respostas a desafios locais.”

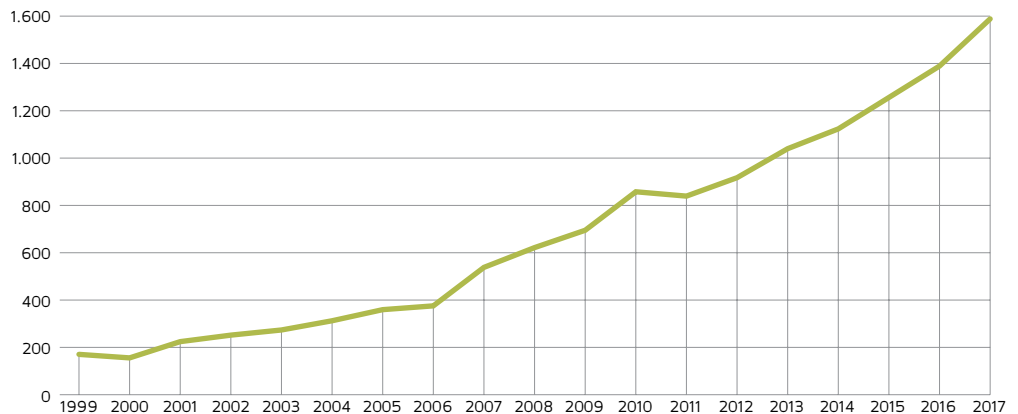
A consistência de um grupo de pesquisa pode ser avaliada por sua capacidade de trabalhar com equipes de outros países. Pois o Brasil ampliou sua inserção internacional: no início da década de 2000, menos de 30% da produção científica nacional era feita em colaboração com pesquisadores de outros países – já em 2017, as publicações de autores brasileiros com colegas do exterior superavam os 35% do total. O desempenho dos pesquisadores do estado de São Paulo teve uma trajetória peculiar. No início da década, estavam abaixo da média nacional em coautoria com estrangeiros e atualmente estão acima, perto da casa dos 40% de *papers* em colaboração internacional.

Em 2017, das 9,5 mil publicações de pesquisadores paulistas em coautoria com estrangeiros, a maioria (3.984) resultava de parcerias com norte-americanos, seguida pelo Reino Unido (1.683), Espanha (1.356), Alemanha (1.318). “A FAPESP estimulou as colaborações de forma ativa e ampliou o número de acordos com agências e instituições do exterior, mas as universidades paulistas se moveram na direção de produzir uma ciência mais internacionalizada e com maior impacto”, afirma o físico Carlos Henrique de Brito Cruz, diretor científico da FAPESP. “A disseminação de rankings internacionais que comparam o desempenho das universidades parece ter estimulado esse movimento.” O impacto da pesquisa brasileira, medido em citações, também aumentou, embora em uma velocidade inferior à do crescimento do número de artigos. No início da década, o impacto relativo normalizado estava na casa de 0,8 e subiu para cerca de 0,9 – abaixo da média mundial, que é igual a 1. Os pesquisadores de São Paulo partiram também de 0,8, mas conseguiram alcançar a média mundial.

O vigor dos indicadores nos últimos 20 anos teve como pano de fundo um rearranjo do sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação, observa o ecólogo José Galizia Tundisi, professor aposentado da Escola de Engenharia de São Carlos da USP, que na segunda metade dos anos 1990 presidiu o CNPq. “Houve um redesenho da ação do CNPq, no sentido de que financiasse a ciência não apenas investindo em bolsas mas também em projetos de pesquisa. Foram criados em 2000 os Institutos do Milênio, redes de pesquisadores dedicados a temas estratégicos para o país, que evoluíram para os atuais Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia”, afirma Tundisi, destacando que a reorganização teve um suporte robusto de recursos, garantido pelos Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia.

Parceria entre academia e empresas

Documentos na base Web of Science com ao menos um autor de uma universidade brasileira e ao menos um coautor ligado à indústria



FONTE RESEARCH IN BRAZIL: FUNDING EXCELLENCE/ CLARIVATE ANALYTICS

Segundo o pesquisador, a estrutura da ciência ligada ao governo federal consolidou-se de uma forma mais diversa do que a que existia nos anos 1990. Institutos então ligados ao CNPq, como o de Matemática Pura e Aplicada (Impa), no Rio de Janeiro, passaram a ser administrados por organizações sociais, modelo também adotado no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, em Campinas. “Os avanços institucionais alcançaram os estados e alguns deles, como Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro, seguiram o exemplo de São Paulo com a FAPESP e passaram a dirigir recursos importantes para a ciência”, comenta Tundisi.

Brito Cruz, que presidia o Conselho Superior da FAPESP em 1999, chama a atenção para o avanço qualitativo alcançado na pesquisa no estado paulista e cita o exemplo dos projetos temáticos, modalidade de financiamento da Fundação destinada a iniciativas com objetivos ousados, com fomento por até seis anos. “Os temáticos ficaram mais sólidos do ponto de vista da competitividade, com equipes com mais pós-doutores do que havia no passado”, explica. Outro exemplo é o programa Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid), que oferece financiamento de até 11 anos para consórcios de pesquisadores atuando na fronteira do conhecimento: a intenção é investir em pesquisa de risco sem a pressão para obter resultados de curto prazo. O programa foi lançado em 2001 com 11 centros. Em 2013, foi renovado e o número de centros subiu para 17. O modelo foi usado em parcerias com empresas como Shell, Natura e Peugeot-Citroën, no lançamento dos Centros de Pesquisa em Engenharia, que reúnem pesquisadores de empresas e de universidades em regime de cofinanciamento.

A transformação das universidades brasileiras ampliou a capacidade delas de produzir inovação e de se relacionar com o setor produtivo. Ao contrário do que reza o senso comum, a integração entre a academia e o setor privado avançou de modo notável. Relatório publicado pela Clarivate

Analytics mostrou que o número de artigos em coautoria entre pesquisadores de universidades e de empresas cresceu oito vezes: eram cerca de 200 em 1999 e em 2017 alcançaram 1.600.

Dados sobre solicitações de patentes em 2017 mostram que nove universidades estavam entre os 10 maiores depositantes nacionais de patentes – a única empresa foi a CNH Industrial (ver Pesquisa FAPESP nº 276). O perfil desse primeiro pelotão é diferente do que se via no início dos anos 2000. Estudo do INPI divulgado em 2006 apontou as instituições campeãs em registros de patentes no período de 1999 a 2003. E só havia duas universidades na lista, a Estadual de Campinas (Unicamp) em 1º lugar e a Federal de Minas Gerais (UFMG) em 10º – as demais eram empresas como Petrobras, Arno, Multibrás, Semeato e Vale.

A mudança de perfil sinaliza a importância que a proteção à propriedade intelectual alcançou nas universidades, sobretudo após a Lei de Inovação, de 2004, que estabeleceu que as instituições de ciência e tecnologia deveriam formar Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT), responsáveis por mapear aplicações de interesse de empresas e protegê-las por meio de patentes. Há um movimento mais recente no sentido de fazer com que as tecnologias sejam licenciadas para empresas. De acordo com o Formulário para Informações sobre a Política de Propriedade Intelectual das Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação do Brasil (Formict), os licenciamentos renderam R\$ 34,4 milhões a universidades e instituições de pesquisa no país em 2016. O investimento das empresas em pesquisa e desenvolvimento (P&D) correspondia a 48,3% do total do país em 2000 e segue nesse patamar: em 2016, o índice era de 47,6%. São Paulo é um ponto fora da curva, com a participação privada equivalente a 56% do total em 2018. “Uma hipótese sobre essa estagnação é que em todos esses anos o Brasil não tentou abrir sua economia e estimular as empresas a competir mais no mercado externo”, afirma Brito Cruz. ■



Reportagem de capa de junho de 2017 abordou dificuldades e desafios no financiamento da ciência no Brasil

O vozeirão do grafeno

Físico e cantor lírico mineiro planejou o centro de pesquisas criado para transformar ciência básica em produtos de alta tecnologia

Maria Guimarães e Carlos Fioravanti

RETRATO Léo Ramos Chaves

Mais conhecido por Thoroh, apelido de infância adotado como nome artístico e profissional, o físico Eunézio de Souza exibe com o mesmo entusiasmo um bloco de espuma de grafeno, tão leve que repousa imperceptível sobre a palma da mão, e os cartazes de recitais e óperas que encenou como cantor lírico.

Na tarde de 13 de setembro, ele mostrou à equipe de *Pesquisa FAPESP* os laboratórios do Centro de Pesquisas Avançadas em Grafeno, Nanomateriais e Nanotecnologias (Mack-Graphé) da Universidade Presbiteriana Mackenzie, criado por ele e inaugurado em 2013 para desenvolver pesquisas e produtos com o material formado por uma camada única de carbono, mais resistente que o aço. Em seguida, convidou os jornalistas a descer os andares do prédio pela escada e, para demonstrar a acústica local, respirou fundo e cantou um trecho do terceto “Soave sia il vento” da ópera *Così fan tutte*, do compositor austríaco Wolfgang Amadeus Mozart (1756-1791). “Não posso escolher entre a física e a música”, diz ele. “Preciso das duas para viver.”

Casado com Elisabeth Ratzersdorf, cantora de ópera no Teatro Municipal de São Paulo, com três filhos adolescentes, Thoroh ganhou ainda mais voz em junho deste ano ao assumir a coordenação do setor de nanotecnologia da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp). Um de seus propósitos é alertar os empresários: “Precisamos agir enquanto há tempo. Tem um tsunami chegando. A China tem pelo menos 500 empresas de grafeno”.

IDADE 56 anos

ESPECIALIDADES

Física de materiais e fotônica

INSTITUIÇÃO

Universidade Presbiteriana Mackenzie

FORMAÇÃO

Instituto de Física e Química de São Carlos da USP (1996), doutorado no Instituto de Física Gleb Wataghin da Unicamp (1991)

PRODUÇÃO ACADÊMICA

50 artigos científicos



Por que o grafeno faz tanto sucesso?

Por causa de suas propriedades superlativas. Uma caixa de 1 metro cúbico [m³] cheia de água pesa 1 tonelada; 1 m³ de ar pesa 1,3 quilograma. O mesmo volume de aerogel de grafeno pesa 160 gramas. O grafeno é sete vezes mais leve do que o ar e 200 vezes mais forte do que o aço. Uma folha de grafeno é quase transparente. O vidro dessa janela deixa passar 92% da luz, enquanto o grafeno, 98%. Como é praticamente impermeável, pode funcionar como barreira contra corrosão. Também se pode fazer furos na estrutura para produzir membranas que funcionam como filtros e deixam passar só o que se quer.

O físico russo Konstantin Novoselov, um dos ganhadores do Prêmio Nobel pela descoberta do grafeno, disse em uma entrevista à Folha de S.Paulo que não imaginava que aquilo teria aplicação.

Sim. Na época da descoberta, em 2004, não se tinha ideia do que fazer com o grafeno. Kostya [Novoselov] e [Andre] Geim, na Universidade de Manchester, na Inglaterra, usaram uma fita adesiva para obter grafeno, colando e puxando sucessivamente até conseguirem uma única camada de átomos a partir de uma amostra de grafite. Ninguém acreditava. O artigo deles na *Science* em 2004 caracterizava o cristal, mas ninguém tinha medido os parâmetros desse tipo de material. A condutividade era muito maior que a do cobre. As possibilidades de uso apareceram aos poucos. O grafeno pode ser incorporado a outros materiais e fazer o plástico e os pneus ficarem muito mais resistentes. Como é condutor, é possível fazer um plástico conduzir eletricidade.

Como o grafeno motivou a construção do MackGraphe?

O centro é o resultado de uma parceria com Antônio Hélio de Castro Neto, diretor do Centro de Grafeno da Universidade Nacional de Singapura. Estudamos juntos na pós-graduação, na Unicamp [Universidade Estadual de Campinas]. Ele entrou no mundo do grafeno em 2005, quando eu trabalhava com fotônica [estudo da geração, emissão e transmissão de luz]. Em julho de 2010 ele previu que o Geim e o Kostya ganhariam o Prêmio Nobel. Muita gente já trabalhava com esse material, mas poucos em fotônica. Em outubro daquele ano de fato

saiu o Nobel para os dois e começamos a escrever um projeto de pesquisa. Estou aqui desde 2003, depois de sete anos na Universidade de Brasília, tinha criado um grupo de fotônica com projeção internacional e coordenávamos a parte física do projeto Kyatera da FAPESP no estado de São Paulo (ver Pesquisa FAPESP nº 92). Éramos dois professores de fotônica, Christiano de Matos e eu, e o grafeno era uma oportunidade de fazer algo diferente. O primeiro pedido de financiamento que enviamos à FAPESP, como projeto regular, foi recusado, mas um dos revisores sugeriu que solicitássemos um Projeto Temático, uma modalidade mais ampla de pesquisa, que permitiria um investimento maior por parte da Fundação.

Como você apresentou a ideia à reitoria do Mackenzie?

Para o Temático, precisaríamos fazer uma colaboração entre o Centro de Grafeno de Singapura e o Mackenzie. Em agosto de 2011 apresentei para a reitoria o projeto da criação de um centro de pesquisa em grafeno, que uniria as áreas de fotônica, engenharia elétrica e de materiais, e química. Eu tinha como referência conversas com os colegas Pierre Kaufmann [1938-2017] e Adriana Valio, do Centro de Radioastronomia e Astrofísica Mackenzie. O reitor achou ótimo, mas não fazia ideia da dimensão que tomaria. Ainda não se falava em construir este prédio. Eu tinha pedido 60 metros quadrados [m²] para um laboratório, depois passou para 100 m², mas eu sabia que não ficaria nisso. Hoje temos nove andares, com 5,4 mil m², e uma equipe de 100 pessoas.

Como veio dinheiro para tudo isso?

Em dezembro de 2011, me dei conta de que estava fazendo 20 anos de doutorado. Mandeí uma mensagem para Carlos Henrique de Brito Cruz [diretor científico da FAPESP], que foi meu orientador, e perguntei se ele queria comemorar. Ele topou e convidei também toda a banca examinadora: Nilson Dias, que era superintendente do Ipen [Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares], Sérgio Celaschi [do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações, CPqD], Hugo Fragnito [então na Unicamp, atualmente pesquisador colaborador do MackGraphe]. Marquei em uma casa de vinhos aqui perto. Convidei

também o reitor do Mackenzie, Benedito Aguiar. Durante o jantar, comentei o que estava fazendo com grafeno com Antônio Hélio e Brito ficou interessado. Nem sabia que a FAPESP tinha recusado o primeiro projeto. Ele propôs que entrássemos em um programa-piloto chamado Spec [São Paulo Excellence Chair]. Em janeiro o reitor e eu fomos a Singapura, assinamos o acordo e ele começou a perceber que o projeto estava tomando dimensões bem maiores do que tinha previsto. O Spec permitia um engajamento muito maior do Antônio Hélio, porque a universidade pagaria salário para ele passar períodos de três meses aqui ao ano. O projeto passou por quatro revisores internacionais: todos o classificaram como excelente. Dois deles ainda disseram que estávamos prometendo coisas demais.

O que prometeram?

Quantificamos quantos artigos queríamos publicar em revistas de alto impacto científico, quantos pós-doutorados, doutorados, mestrados e estudantes de iniciação científica queríamos formar e quantas startups e spin-offs pretendíamos criar. Quando saiu o resultado na FAPESP, Brito escreveu uma carta dizendo que era um volume de recursos muito grande, algo hoje perto de R\$ 15 milhões. O projeto estava aprovado quanto ao mérito, mas precisaria de uma contrapartida da instituição para seguir adiante. Em uma reunião na FAPESP, ficou combinado que seria apresentada uma ata do conselho deliberativo do Mackenzie determinando a contrapartida. O comitê econômico me perguntou o que precisava ser feito: “Um centro”, respondi. Não poderíamos investir um real



Aerogel (espuma) de grafeno, mais leve que o ar

a menos do que a FAPESP, para ser uma contrapartida de verdade. Eles concordaram e, dois meses depois, em dezembro de 2012, começaram a demolir o prédio que havia aqui. O centro foi inaugurado em março de 2016. Sou grato ao instituto pelo apoio contínuo desde então.

Como você explica esse interesse da universidade?

O centro era uma oportunidade para retomar o prestígio da instituição, que tinha sido grande. Por exemplo, até a década de 1960, o diploma dos engenheiros formados aqui valia nos Estados Unidos. O maior desafio era jogar com o tempo e preparar a equipe. Antes de o projeto ser aprovado, enviei técnicos, estudantes e professores para serem treinados em Singapura. Tivemos apoio de muitos colegas, Sergio Rezende e Anderson Gomes [Universidade Federal de Pernambuco], Marcos Pimenta [Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG], Fragnito, Brito, Amir Caldeira [Unicamp], Henrique Toma e Lucio Angnes [Universidade de São Paulo, USP], José Roque da Silva e Harry Westfalt [Laboratório Nacional de Luz Síncrotron], José Bressian [Ipen]. Antônio Hélio, de Singapura, nem se fala. Fui a Manchester, conheci Kostya e reencontrei Andre. Quase todos vieram dar seminários aqui e ajudaram a planejar o centro, inteiramente inspirado no Bell Labs, onde fiz estágio de pós-doutorado.

Por que você adotou o Bell Labs como modelo para o MackGraphe?

Eu queria fazer um centro em que a formação do profissional – principalmente em uma área multidisciplinar como o grafeno – fosse moldada por todas as áreas. O projeto que aprovamos foi na área de fotônica, mas, para que as pesquisas tivessem o nível que prometemos, seria preciso dominar o processo de produção e caracterização do grafeno. Aldo Zarbin, da Universidade Federal do Paraná, foi quem indicou um dos primeiros professores que contratamos aqui, Sergio Domingues. Conseguimos contratar mais pessoas jovens, como Lúcia Saito e Cecília Silva, que ainda precisavam sair para o pós-doutorado e ganhar experiência. Em uma conferência em 2013 em Bilbao, na Espanha, houve uma seção sobre centros de grafeno. O pessoal do Japão mostrou centros monumentais. A China humilhou, tal o volume de recur-



Em visita ao Bell Labs, onde fez pesquisa de pós-doutorado, no início deste ano

sos destinados à área. Andrea Ferrari, de Cambridge, falou do primeiro artigo sobre carbono publicado no mundo, no século XIX, e concluiu dizendo que, para eles, o grafeno era só mais um material. Não tínhamos a quantidade de dinheiro deles, muito menos a tradição. Fui para o fundo da sala e refiz todo meu seminário.

E o que disse?

O que a gente tem de diferente é o modelo. Nosso centro segue o modelo do Bell Labs, mostrei essa curva do TRL, Technology Readiness Level [Nível de Prontidão Tecnológica]. Os TRLs vão de 1 a 9. De 1 a 3 é pesquisa básica, 3 a 5 é pesquisa aplicada, depois vem o desenvolvimento de 5 a 6 e o mercado de 7 a 9. Normalmente a universidade vai até 3. A missão do MackGraphe é converter conhecimento científico em riqueza para a sociedade abrangendo de 1 a 5. O cerne do TRL está centrado no desenvolvimento, é o que chamamos de vale da morte, onde os recursos acabam e as ideias morrem. Nosso centro tem por missão diminuir o vale da morte. Queremos chegar o mais perto possível do desenvolvimento, e isso é diferente dos outros centros. Essa abordagem tem a ver com minha experiência nos Estados Unidos.

O que aprendeu no Bell Labs?

Tudo o que sei. Era a meca da ciência da física do estado sólido do mundo. Lá

foi inventado o transistor, o telefone celular, a comunicação via satélite, o laser e a célula solar. Em três anos, trabalhei com lasers de fibra óptica, lasers de estado sólido e algo que se chama Seed, self electro-optic effect device; eu construía retina artificial. O Bell Labs tinha um princípio: *keep it simple*, mantenha as coisas simples. Você tem que buscar ser o melhor no mundo, não importa no quê. Curiosamente, os princípios de educação que minha mãe me deu eram muito parecidos: estudar, trabalhar firme, acreditar em você mesmo. Nos Estados Unidos, nunca fiquei de cabeça baixa. Só não sabia quem eu era de fato.

Como assim?

Eu não tinha noção de quão bom tinha sido meu trabalho e minha formação. Cheguei em um sábado. No domingo, Mohammed Islam, que seria meu chefe e está hoje na Universidade de Michigan, me perguntou: “Você quer visitar o Bell Labs hoje?”. Fiquei impressionado com aquela estrutura. Ele ligou um laser para eu ver. Era um laser de fibra óptica, eu já tinha montado vários. Ele viu o pulso de luz do aparelho e não parecia satisfeito. Perguntei: “Posso mexer?”. Fui ajustando e baixei o pulso de 1.600 femtossegundos para 250 femtossegundos [cada femtossegundo equivale a 10^{-15} segundos]. Em 20 minutos. Ele disse: “Estou há três meses tentando fazer isso”. No outro dia,

reuniu Roger Stolen, Linn Mollenauer, David Miller e o lendário James Gordon [1928-2013], autores dos artigos em que eu tinha aprendido tudo o que sabia, para almoçar comigo; não consegui abrir a boca. Voltei lá em janeiro deste ano com meus três filhos e mostrei a eles as instalações de Holmdel e o restaurante que eu frequentava, o Jerusalem Pizza. O dono ainda se lembrava de mim; eu era o único negro que frequentava lá.

Quais são os grandes trabalhos do MackGraphe?

Existe o trabalho mais citado e o mais importante. O grafeno é o material bidimensional mais famoso, mas existem mais de mil. Aqui trabalhamos com uns 10 ou 12. Um deles é o fósforo negro. Em 2016, mostramos que as propriedades do fósforo negro poderiam variar de acordo com os movimentos da estrutura atômica. Foi nosso trabalho mais citado até agora (ver Pesquisa FAPESP nº 249). Como sou um cientista que valoriza as aplicações, os mais importantes são os de grafeno na produção de lasers de pulsos curtos, que levou a uma liderança mundial de nosso grupo. Os lasers estão prontos para entrar na fase de desenvolvimento, precisamos agora fazer um protótipo, um plano de negócios e levar para o mundo. O sucesso desse centro vai ser medido pela emissão de nota fiscal da venda de produtos que de algum modo tenham resultado de pesquisas feitas aqui.

Como está a interação com as empresas?

Anda com dificuldade, mas deve melhorar. Em junho, o pessoal da Fiesp estava na festa de aniversário da rainha Elizabeth no Consulado Britânico, eu estava lá também, e um dos diretores, Eduardo Giacomazzi, me convidou para coordenar o setor de nanotecnologia. O primei-

ro evento que organizamos foi um fórum de nanotecnologia, com Kostya, agora em setembro. Minha próxima missão é fazer um mapeamento das empresas de nanotecnologia, que estão espalhadas em diversos setores, e aproximá-las das instituições universitárias para melhorar a conversão de pesquisa em produtos com tecnologias emergentes.

Como você foi aceito na Fiesp?

Só estou na Fiesp porque tenho uma empresa há um ano, na área de nanotecnologia. Eu a criei depois de coordenar um debate em um fórum na China com outros estrangeiros em setembro de 2018. O objetivo era analisar a situação das empresas de grafeno na China. Estavam listadas 5 mil, em três áreas: as que produzem grafeno, as que produzem equipamentos para essa área e as que desenvolvem aplicações para o grafeno. A maioria não estava fazendo nada, não tinha nenhum funcionário, nem endereço, nem produto. Das 5 mil, só 20% eram realmente consistentes. Vamos imaginar que somente 10% das empresas valem a pena. Estamos falando de 500 empresas. Sabe quantos pesquisadores trabalham com grafeno no Brasil, incluindo alunos de iniciação científica? Não chegam a 500. Quando vi isso liguei para um vice-presidente da Fiesp e meu amigo Rafael Cervone Netto, falando que um tsunami estava vindo da China e que a Fiesp precisava fazer algo. Ele falou com outro vice-presidente, o José Ricardo Roriz, e organizamos um seminário fechado com Geim para uns 10 empresários convidados pela Fiesp. Temos de reagir enquanto há tempo. O problema é que o Brasil está acostumado a correr atrás das revoluções tecnológicas, não a estar no centro ou próximo do centro. Corre menos risco na compra de algo já testado, mas paga mais e nunca

estará na liderança. A China jogou rios de dinheiro para desenvolver a indústria de grafeno e agora lidera.

Não existem empresas produzindo grafeno no Brasil?

Pouquíssimas. Outro dia, em um congresso no Rio de Janeiro, apareceram algumas empresas de Minas Gerais. Tem dois projetos lá: o MG Grafeno, da Codemig [Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais], com capacidade para produzir 100 kg de grafeno por ano, e o CT Nano [Centro de Tecnologia de Nanomateriais e Grafeno], da UFMG, que começou antes de nós e inaugurou o prédio agora, com dinheiro da Petrobras e do BNDES [Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social]. Sem dúvida a melhor ciência em grafeno e nanomateriais de carbono do Brasil é feita por esse grupo da UFMG liderado por Marcos Pimenta. Aqui nós encontramos uma brecha e a temos explorado. Sem pesquisa básica não conseguiremos formar gente para transformar as ideias em produtos. Pode até existir setores que não precisam de pesquisa básica porque alguém já fez e pode comprar, mas esse modelo não se replica.

Depois de seis anos da criação do centro, conseguiram fazer o que prometeram?

Publicamos quase três vezes mais artigos científicos do que tínhamos prometido em revistas com impacto médio em torno de 6. Formamos 112 pessoas em vez de 90. Só não conseguimos cumprir o número de doutores: prometemos 10 e formamos oito. Criamos duas startups, a Autoscience Technologies e a Nano Up, que estão no sexto andar, dedicado às empresas nascentes. A maioria das salas ainda está vazia.

Vocês produzem grafeno?

Claro! Ganhamos autossuficiência depois de uma primeira fase do projeto, em que trazíamos as amostras de Singapura enquanto aprendíamos a fazer, e da segunda, quando já sabíamos fazer e trocávamos amostras com eles. Podemos produzir grafeno com uma fita adesiva,

Em um forno a 1.000 °C, átomos de carbono formam cristais de grafeno sobre uma folha de cobre



como Geim e Kostya fizeram, por esfoliação líquida e química do grafite ou artificialmente, crescendo cristais em uma superfície de cobre.

Qual sua visão sobre a política de minorias e as cotas na universidade?

Não posso ser tomado como referência porque, embora venha de uma família negra, sempre tivemos liderança. Meu pai era um ferroviário muito influente em minha cidade, Bom Jesus do Galho, em Minas, que deve ter uns 6 mil moradores. Tive uma excelente educação. Nem eu nem ninguém de minha família tem qualquer resquício de escravidão ou complexo de inferioridade. Mas, quando vejo o Brasil e o mundo, noto que as políticas de minorias ainda são necessárias, e não são para sempre: o filho de quem se beneficiou já é educado de outra maneira e não precisará mais delas. Se você anda na rua à noite e encontra dois homens brancos e dois outros, negros, você fica com medo dos dois homens negros, eu também fico com medo dos dois homens negros, mesmo sendo negro, porque as estatísticas cristalizam as imagens negativas associadas a um ou outro grupo. Estamos estigmatizados. E só tem um caminho para mudar isso: estudar mais e trabalhar melhor para aumentar o poder econômico dos negros. Em uma ou duas gerações teremos uma distribuição de renda mais justa.

Você já foi discriminado?

Fora do Brasil nunca, mas aqui já. Em 2002, eu voltava de uma viagem aos Estados Unidos como professor visitante em Rochester, minha mulher me buscou no aeroporto e fomos almoçar. Entramos no restaurante e vi que um sujeito em uma mesa me olhava de modo estranho, como se eu não pudesse estar ali. Dei dois passos para trás e perguntei: “Está tudo bem com o senhor? O senhor me conhece?”. Ele levou um susto, não esperava, porque a maioria é covarde, e eu, deste tamanho e com a voz que eu tenho... O cara encolheu. As universidades brasileiras não são racistas, mas às vezes há pessoas que não conseguem aceitar que alguém como eu tenha chegado a esse nível.

Como você faz para conciliar a física com sua carreira musical?

Divido meu tempo do melhor modo possível. A atividade musical faz parte da minha vida desde que eu estava na Escola



Em uma carreira paralela à de físico, Thoroh se apresenta em recitais e óperas como cantor lírico

Técnica Federal de Ouro Preto. Eu era um adolescente com problemas. Minha voz era muito grave, todo mundo conseguia cantar música popular, só eu que não. Eu só cantava músicas do Nelson Gonçalves [1919-1998], de voz também grave. Na época havia uma novela chamada *Cabocla*, com uma música dele. Eu estava lá cantando *Cabocla, seu olhar está me dizendo...* na república quando o cantor lírico Amin Feres [1934-2006], o maior baixo do Brasil, passava na rua, me ouviu, entrou e me convidou para cantar no coral dele, que era na minha escola e eu não conhecia. Quando cheguei lá, conheci composições específicas para minha voz. Foi maravilhoso. Entrei no coral e virei solista. Dois anos depois ganhei uma bolsa para estudar canto em Karlsruhe, na Alemanha, mas não fui, porque achava que viver da música era algo fora de minha realidade. Muitos anos depois, no Bell Labs, tive a chance de fazer uma audição no Metropolitan proporcionada pelo meu professor de canto, Jerome Hines [1921-2003]. Também não fui. Era muito complicado ter duas profissões nos Estados Unidos. Não consigo escolher entre física e música. Preciso das duas para viver. Quando meu pai se separou



de minha mãe e a situação de minha família degingolou, eu ganhava dinheiro como músico, para estudar física. Regia o coral da USP de São Carlos e o da Lápiz John Faber, e era professor de técnica vocal no coral da UFSCar [Universidade Federal de São Carlos]. Uma vez por semana ia para a Unicamp estudar canto com Niza de Castro Tank, a maior cantora de ópera do Brasil. Quando fui para a pós-graduação na Unicamp, ganhei uma bolsa e regia o coral da PUC [Pontifícia Universidade Católica] de Campinas. Tenho uma carreira de cantor. Cantei algumas óperas com a Osesp [Orquestra Sinfônica do Estado de São Paulo], como *O guarani*, de Carlos Gomes [1836-1896], na abertura do Festival de Inverno de Campos do Jordão de 1996. O último ensaio que o grande maestro Eleazar de Carvalho [1912-1996] fez foi nesta ópera comigo. Eu estava cantando *O Dio degli Amore*, ele se sentiu mal, parou o ensaio, se retirou e nunca mais voltou. Quem regue a ópera em Campos do Jordão foi o maestro Diogo Pacheco. Parei um pouco por causa do centro e meu último concerto foi em Barcelona em 2017. Mas tenho outro em novembro na série do pianista José Mauro Peixoto no Clube de Campo São Paulo, que está sendo organizado pela violinista russa Svetlana Tereshkova, quando cantarei com minha mulher, e soprano Elisabeth Ratzersdorf. ■

Veja processos de produção do grafeno em fotografias no site <http://bit.ly/g284Grafeno>

POLÍTICA C&T

MULTIPLICAÇÃO

de estudantes



Com liberdade de gestão, universidades estaduais paulistas dobraram o número de alunos de graduação e chegaram a todas as regiões do estado

Fabrcio Marques

Em 30 anos de autonomia financeira, as universidades de São Paulo (USP), Estadual Paulista (Unesp) e Estadual de Campinas (Unicamp) multiplicaram por dois o número de alunos de graduação matriculados – eles eram 57 mil em 1989 e hoje são 119 mil. Também ampliaram em 76% as vagas disponíveis por ano e em 135% o contingente de diplomados. Cerca de 22 mil alunos de graduação ingressaram em 2019 nas três instituições, ante 12,6 mil em 1989, enquanto quase 16 mil se formaram no ano passado, ante um patamar de 6,9 mil há três décadas. O crescimento se deu pela oferta de novos cursos, em carreiras como ciências do esporte, gestão ambiental ou engenharia madeireira, e pela expansão territorial. Hoje, as três instituições têm unidades em 33 municípios paulistas, 12 a mais do que em 1989.

As universidades estão hoje em todas as macrorregiões do estado. Nos últimos anos, a USP criou *campi* em Santos e Lorena e novos cursos em São Paulo, Ribeirão Preto e São Carlos. A Unicamp, presente em Campinas, Limeira e Piracicaba, passou a ter um segundo *campus* em Limeira, que abriga a Faculdade de Ciências Aplicadas. Foi a Unesp, porém, a instituição que mais incorporou as demandas de municípios do interior interessados em ter uma unidade de uma universidade estadual. “Até 1988, estávamos presentes em 15 cidades. Hoje, estamos em 24 municípios”, diz a pró-reitora de graduação Gladis Massini-Cagliari.

A Unesp surgiu em 1976 da união administrativa de faculdades e institutos públicos existentes em cidades como Araraquara, Jaboticabal, Botucatu, entre outras, e desde sempre teve uma estrutura descentralizada. Depois da autonomia, essa característica se tornou mais forte.

“A Unesp é a única universidade estadual que está em todas as regiões de São Paulo, inclusive nas de índice de desenvolvimento humano mais baixo”, afirma Massini-Cagliari, referindo-se, por exemplo, a uma unidade instalada no início dos anos 2000 em Registro, no Vale do Ribeira, que oferece cursos de engenharias agrônômica e de pesca.

Entre as cidades onde a Unesp chegou recentemente, também se destacam Ourinhos (curso de geografia), Itapeva (engenharias madeireira e de produção), São João da Boa Vista (engenharias eletrônica, de telecomunicações e aeronáutica) e Rosana (turismo e engenharia de energia). O número de cursos oferecidos cresceu de 54, em 1988, para os atuais 136. Vários têm grande procura e boa avaliação, tais como os de ciências agrônômicas e veterinária (Jaboticabal), o de medicina (Botucatu) e o de química (Araraquara). Entre os criados recentemente, alguns enfrentam desafios para se consolidar. Um exemplo é o curso de geografia de Ourinhos, que não consegue ter candidatos suficientes para preencher todas as vagas, ou o de turismo em Rosana, onde os alunos têm dificuldade de encontrar estágio pela falta de empreendimentos turísticos na região.

A construção de novos *campi* contou com recursos extraorçamentários, mas a manutenção da estrutura universitária ampliada baseou-se no dinheiro de sempre: o repasse de um percentual do ICMS previsto no decreto estadual de 1989 que instituiu a autonomia de gestão financeira, além de receitas obtidas como convênios com empresas, prestação de serviços e aplicações financeiras. Em 2015, a Unicamp inaugurou um novo *campus* em Limeira, onde funciona a Faculdade de Ciências Aplicadas. “Quando essa uni-

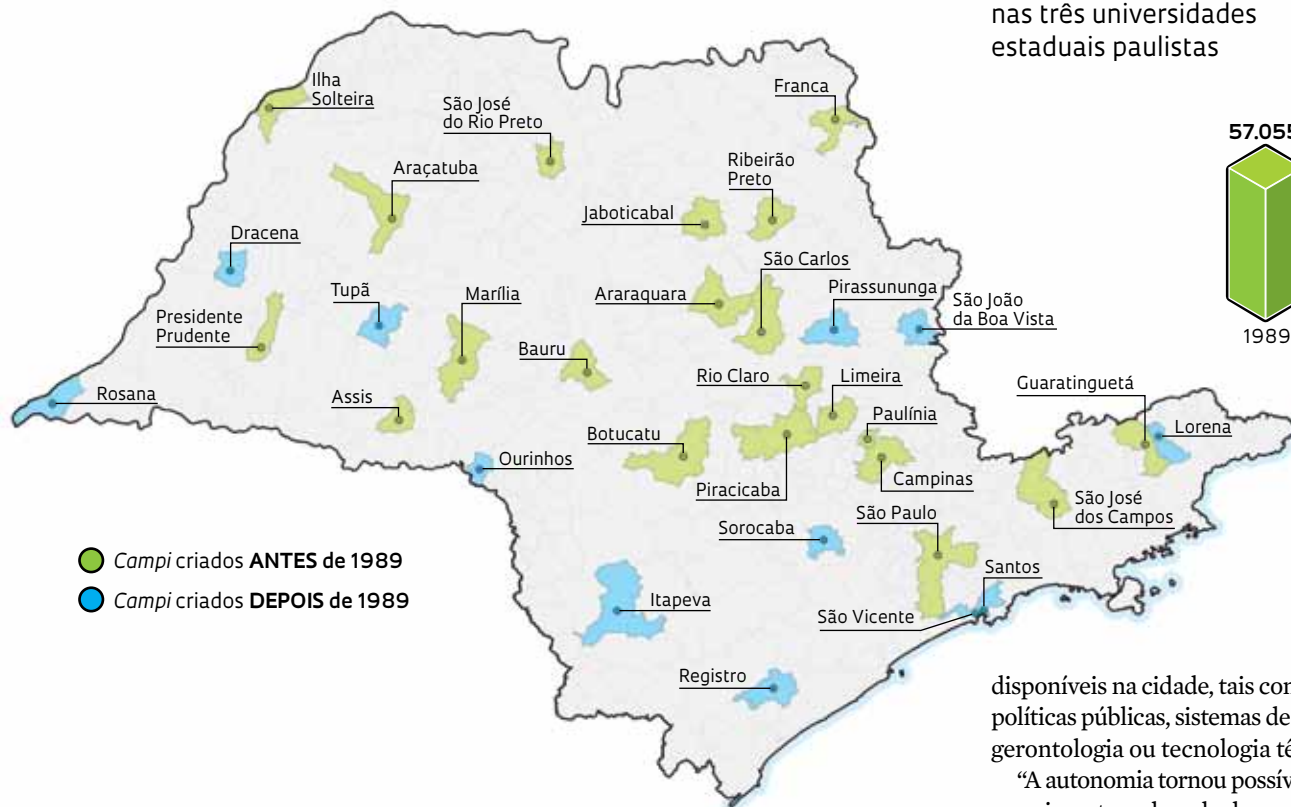
dade foi criada, havia o compromisso do governo estadual de ampliar o repasse de ICMS para a universidade em 0,05%, mas isso não foi cumprido”, lembra o reitor da Unicamp, o físico Marcelo Knobel.

A ampliação do acesso à graduação foi um compromisso assumido na época da conquista da autonomia, quando as três universidades se obrigaram a oferecer ao menos um terço de suas vagas no período noturno – quase a totalidade dos cursos só funcionava durante o dia na década de 1980, o que os tornava inviáveis para quem precisa ou quer trabalhar e estudar. Knobel observa que, apesar do crescimento do número de vagas nas três instituições, um grande contingente de jovens paulistas que concluem o ensino médio ainda não tem acesso ao ensino superior público. “As três universidades oferecem hoje 22 mil vagas por ano, que chegam a cerca de 80 mil quando somadas às das universidades federais instaladas em São Paulo e das faculdades estaduais de tecnologia, as Fatecs. Mas só o número de alunos que saem do ensino médio público chega a 500 mil”, diz Knobel, que atualmente é o presidente do Conselho de Reitores das Universidades Estaduais Paulistas (Cruesp).

USP, Unicamp e Unesp, pondera o reitor, não teriam como multiplicar de forma abrupta o número de vagas na graduação, porque também se dedicam fortemente à pesquisa e à pós-graduação. Mas fizeram um esforço recente para combater a elitização de cursos de grande procura, como medicina e engenharia, cujas vagas eram ocupadas predominantemente por egressos de escolas particulares. Foram adotadas políticas afirmativas voltadas para estimular o ingresso de estudantes oriundos de escolas públicas e levar para as universidades a mesma diversidade

Expansão territorial após a autonomia

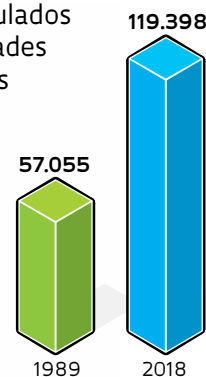
Cidades em que USP, Unicamp e Unesp mantêm *campi* e unidades



- *Campi* criados ANTES de 1989
- *Campi* criados DEPOIS de 1989

A evolução das matrículas

Número de alunos de graduação matriculados nas três universidades estaduais paulistas



disponíveis na cidade, tais como gestão de políticas públicas, sistemas de informação, gerontologia ou tecnologia têxtil.

“A autonomia tornou possível planejar o crescimento ordenado da graduação, com projetos acadêmicos inovadores, que respeitam as diretrizes nacionais e estaduais e oferecem novas possibilidades para os alunos”, diz o ginecologista Edmund Baracat, pró-reitor de Graduação da USP e professor da Faculdade de Medicina (FM). Ele menciona outros projetos, como a flexibilização do currículo dos cursos de medicina da FM, que quebraram barreiras entre departamentos e unidades na formação dos estudantes, e a criação do Instituto de Relações Internacionais, com um curso de graduação com currículo interdisciplinar.

Para Marcelo Knobel, o desafio das universidades estaduais para os próximos anos envolve repensar os currículos de graduação. “Eles estão desatualizados. É preciso pensar um modelo de ensino menos calcado em horas dentro da sala de aula e mais no enfrentamento de problemas concretos. Uma ideia seria criar uma entrada única com diferentes terminações, que permita ao estudante escolher a trajetória que vai fazer ao longo do curso”, diz. O reitor da Unicamp aposta em uma maior conexão entre as instituições no que se refere à graduação, permitindo que os alunos façam disciplinas oferecidas em diferentes *campi*. ■

racial que se vê na sociedade. O resultado foi um avanço na presença de estudantes de baixa renda. Na USP, por exemplo, 45% dos calouros tem renda familiar entre 1 e 5 salários mínimos – em 2017, eles eram 37%.

No início dos anos 2000, USP e Unicamp passaram a oferecer bônus na nota do vestibular para facilitar o ingresso de candidatos formados em escolas públicas. A estratégia rendeu frutos, mas eles ficaram aquém dos obtidos por universidades federais, que desde a década passada adotaram sistemas de cotas. Em 2012, o governo paulista lançou o Programa de Inclusão por Mérito no Ensino Superior Público de São Paulo (Pimesp), que determinou a reserva de 50% das vagas para alunos de escolas públicas e de 35% para pretos, pardos e indígenas. Para cumprir a meta, as três instituições criaram mecanismos baseados em cotas e apostaram em iniciativas complementares voltadas para garantir a diversidade e a qualidade dos estudantes. Ainda em 2010, a Unicamp criou um curso de dois anos voltado para os melhores alunos de ensino médio de escolas públicas de Campinas, o Programa de Formação Interdisciplinar Superior (ProFIS) – ao final dele, os estudantes

de melhor desempenho podem ingressar na graduação sem passar pelo vestibular. Neste ano, instituiu novas portas de entrada, como o vestibular indígena. E criou a possibilidade de ingresso sem vestibular para alunos que venceram olimpíadas científicas, modalidade que está sendo adotada também na USP e na Unesp.

Grças à liberdade de gestão, as universidades puderam desenvolver experiências pedagógicas inovadoras. Um exemplo que simboliza esse esforço foi o da Escola de Artes, Ciências e Humanidades, o *campus* que a USP construiu em 2005 na zona leste de São Paulo, um adensamento urbano que não era atendido pelo ensino superior público. O projeto acadêmico da USP Leste baseou-se em um ciclo básico de disciplinas comum aos diferentes cursos, um conjunto de disciplinas específico para cada carreira e uma parte da carga horária dedicada a atividades calçadas na solução de problemas concretos, a fim de estimular a autonomia dos futuros profissionais (ver Pesquisa FAPESP nº 106). Como a USP já tinha seu principal *campus* na capital paulista, a nova unidade ofereceu cursos não

Férias no clube de ciências

No Rio de Janeiro, 100 adolescentes participaram de uma imersão em temas avançados sob a coordenação de jovens pesquisadores

Luciana Vicária

Os melhores momentos das férias de Farid Saliba, estudante mineira de 19 anos, não foram em um cruzeiro com a família nem em uma casa de praia com os amigos. Em vez de selfies em cenários de viagens, Saliba publicava em suas redes sociais fotos vestindo jaleco branco e manipulando tubos de ensaio: “Extraímos o DNA de um morango!”, escreveu, entusiasmada. Em uma semana de descobertas, Saliba ainda teve aulas com especialistas em evolução e ficou fascinada com o relato de pesquisadores que estudam o comportamento de seres vivos em ambientes extremos. “É um caminho para encontrarmos respostas para a vida além do nosso planeta”, afirmou.

Selecionada para a terceira edição do Clubes de Ciência Brasil, um evento gratuito que busca aproximar a pesquisa científica da vida de 100 jovens estudantes, Saliba desfrutou do convívio com pesquisadores formados em centros de pesquisa dos Estados Unidos e do Brasil. A

edição de 2019 foi realizada na Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) entre os dias 15 e 19 de julho e ofereceu vagas a jovens de 16 a 21 anos, de escolas públicas e particulares, do ensino médio ou dos dois primeiros anos do ensino superior. Houve neste ano mais de 500 inscrições, realizadas pelo site clubesdeciencia.com.br.

Nascida em Belo Horizonte, Saliba escolheu se aprofundar em genômica, um dos cinco temas disponíveis este ano, com o qual tem familiaridade. Ela fez iniciação científica júnior na área de pesquisa genética e fisiologia na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) enquanto cursava o primeiro ano de uma escola militar da capital mineira. No ano passado, a estudante concluiu a educação básica como bolsista em um liceu científico da Itália e voltou para o Brasil para fazer cursinho. “Agora quero ser médica e trabalhar com pesquisa”, diz.

Saliba quer seguir os passos de Luiz Eduardo Del Bem, professor de genômica evolutiva na UFMG e um dos instruto-

res no Clubes de Ciência. Doutor em genética e biologia molecular pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), com estágio de pós-doutorado na Universidade Harvard, nos Estados Unidos, foi Del Bem quem ensinou a estudante a extrair manualmente o DNA de um morango. “É difícil descrever a experiência de fazer parte de um clube de ciências. Vou levar para a vida inteira”, diz Saliba. Del Bem reforça que a relação com os alunos extrapola a semana do curso. “Damos dica de cursos e carreiras e até redigimos cartas de recomendação para jovens aspirantes a bolsas e vagas em universidades do exterior”, conta.

PROFESSORES VOLUNTÁRIOS

Todos os professores do Clubes de Ciência são voluntários. Del Bem dedicou uma semana de suas férias a fomentar a ciência entre os jovens. “É uma forma de retribuir e compartilhar com a sociedade os ganhos que a ciência nos trouxe. É muito gratificante ver esses meninos como multiplicadores de conhecimento”, afirma. Dividindo a bancada com 20 jovens, o pesquisador analisou com eles a herança do genoma mitocondrial. “Todos puderam comprovar aquilo que falávamos sobre a teoria da evolução”, relata. “Quando a ciência faz sentido para eles, o avanço não tem limites.”

Aluna do segundo ano do ensino médio de uma escola pública do Rio de Janeiro, Camily Evangelista de Almeida, de 16 anos, ajudou o professor Del Bem em uma pesquisa ainda em curso durante a temporada

Além do Brasil, os Clubes de Ciência se espalharam por países como México, Colômbia e Espanha

no Clubes de Ciência. “Ele nos deixou analisar amostras de DNA de plantas aquáticas e terrestres e contribuir com seus estudos”, conta, orgulhosa. Como parte do programa de imersão, ela também assistiu, com os demais colegas, a palestras sobre temas diversos e destacou a astrobiologia como um dos que mais gostou.

As atividades relacionadas à astrobiologia foram coordenadas pela bióloga Amanda Bendia, que atualmente faz estágio de pós-doutorado no Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (USP), e pelo astrônomo Luan Ghezzi, professor e pesquisador no Observatório do Valongo, da UFRJ. Especialista no comportamento de microrganismos em

ambientes extremos da Antártida, Amanda conta que seus trabalhos estão centrados na compreensão dos limites da vida e na vida fora da Terra. “Imagine só que, ao final do curso, os alunos elaboraram questões pertinentes e muito criativas, como a suposta existência de vidas não baseadas no carbono e possíveis elementos para uma nova lei biológica, calcada no que seria a evolução convergente de aves e morcegos”, afirma Bendia.

Os 100 alunos se dividiram em grupos de 20 e dedicaram boa parte do tempo ao tema que escolheram durante o processo de seleção. Alguns deles já haviam sido experimentados em anos anteriores como Astrobiologia – A busca de vida no Universo; Combatendo epidemias; e Descobrimos novos fármacos com ambiente virtual. A novidade deste ano foi o tema Detetives do passado: As lições da paleontologia, um dos que mais despertaram a curiosidade dos jovens.

A paleontóloga Aline Ghilardi, doutora em geociências pela UFRJ e cocriadora do canal Colecionadores de Ossos, do YouTube, liderou a semana de imersão em paleontologia. Acostumada a lidar com o público adolescente, Ghilardi promoveu o que chamou de uma grande contação de histórias e resgatou os primórdios da vida no nosso planeta. “Os fósseis são como o livro da Terra”, afirmou, ao apresentar aos alunos um fóssil real de dinossauro. No decorrer da semana, coordenou uma oficina de replicagem e ajudou os alunos a replicarem o crânio de um velociraptor e um dente de tiranossauro.





Uma centena de estudantes se dividiu em grupos para estudar temas como astrobiologia, paleontologia e novos fármacos

A jornada de aprendizado dos participantes do Clubes de Ciência começa bem antes. Um dos alunos mais jovens da turma, Arthur Borges Cantanzaro, de 16 anos, estudante de uma escola pública estadual de Cotia (SP), teve de encarar sua primeira viagem de ônibus sozinho e se hospedar em um albergue para poder passar a semana toda no Rio. Farid Saliba, que veio de Belo Horizonte, também só pôde embarcar porque teve a ajuda financeira de professores e colegas do cursinho. “Mas, é bom que se saiba, todo o esforço valeu a pena”, diz Cantanzaro.

Entusiasta do cérebro humano, o jovem de Cotia tem um currículo extenso para a idade: alimenta um blog de neurociência, concluiu um curso de pré- iniciação científica sobre reabilitação motora, foi aluno-ouvinte de neuroanatomia e atualmente participa de aulas de neuromodulação no Instituto de Psiquiatria da USP, além de fazer estágio no Instituto de Ciências Biomédicas da mesma universidade. “Aprender sobre o cérebro me faz muito feliz, por isso não vejo como um trabalho ou uma obrigação”, diz. Arthur conta que a experiência trouxe aprendizados valiosos, novas amizades e momentos incríveis de “lazer científico” no pós-aula: “Depois de um dia de muito trabalho, no início da noite, a turma ainda se reunia para observar planetas com um telescópio”, conta.

A história do Clubes de Ciência começou em 2014 por iniciativa de doutorandos mexicanos de duas das maiores universidades norte-americanas: Harvard e Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). A ideia era simples: estimular cientistas de países em desenvolvimento, com formação em universidades de ponta, a fomentar a ciência entre os mais jovens, especialmente em localidades onde ela ainda tem pouca relevância. Três anos depois do México, o programa chegou ao Brasil por iniciativa de um time liderado pelo veterinário David Soeiro, professor e pesquisador em saúde pública, em parceria com a biomédica Bruna Paulsen, que trabalha com células-tronco, o biólogo Rafael Polidoro e o administrador Marcos Bento. Soeiro, Paulsen e Polidoro eram estudantes em Harvard na época. Bento era da Babson College, uma escola de negócios em Wellesley, Massachusetts.

Soeiro hoje trabalha com doenças tropicais negligenciadas e zoonóticas na UFMG e continua à frente do Clubes no Brasil. Paulsen deu um passo além e se tornou responsável por estimular a expansão do projeto no mundo e compartilhar as experiências com clubes de outros países. “O conhecimento de vanguarda pode ser acessível e divertido ao mesmo tempo. Todos se beneficiam das descobertas científicas”, diz a biomédi-

ca. Ao longo de cinco anos de atividades no mundo, o Clubes de Ciência alcançou mais de 5 mil estudantes em eventos no Brasil, México, Colômbia, Bolívia, Paraguai, Peru, Espanha e Estados Unidos. Até 2020, a meta é incorporar mais cinco países e alcançar 40 mil estudantes.

No Brasil, a iniciativa é importante porque ainda são poucos os jovens que buscam ativamente informações sobre ciência. De acordo com um levantamento realizado neste ano pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia, apenas uma minoria sabe dizer o nome de alguma instituição de pesquisa nacional.

Segundo Soeiro, que participa do processo de seleção de alunos, a escolha dos 100 aprovados é bem criteriosa. “Temos uma quantidade enorme de adolescentes talentosos, que demonstram ter muita curiosidade, gosto pela ciência e vontade de aprender”, afirma. A prova de classificação, realizada pela internet, consiste em cinco perguntas abertas que medem o nível de conhecimento e o entusiasmo dos jovens aspirantes a cientistas. No último dia de clube, os alunos que têm familiares na cidade onde é realizado o evento os convidam e apresentam um esboço do projeto científico preparado no Clubes. Trocam fotos, telefones, redes sociais e se comprometem a manter apoio mútuo voltado à ciência. ■

O ORÇAMENTO DAS FLORESTAS

Pesquisadores analisam por que algumas unidades de conservação recebem mais investimentos públicos do que outras

Rodrigo de Oliveira Andrade

Valor aplicado na manutenção de algumas unidades na Amazônia, como a Floresta Nacional do Amapá, foi de menos de US\$ 1 por km²

O governo brasileiro investiu pouco mais de US\$ 297 milhões na manutenção de áreas de conservação ambiental entre 2013 e 2016.

Esse montante não foi aplicado de modo homogêneo – pelo contrário. O investimento anual no caso de algumas unidades na Amazônia foi de menos de US\$ 1 por quilômetro quadrado (km²), enquanto que em outras chegou a US\$ 390 mil por km², como no caso da Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, em João Pessoa, na Paraíba. Em estudo publicado em julho na revista *Land Use Policy*, pesquisadores brasileiros constataram que o gasto médio anual aplicado pelo governo no manejo das unidades de proteção tende a aumentar de acordo com o tamanho e a época em que elas foram criadas, assim como a densidade populacional e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) das regiões próximas a elas.

Sob coordenação do geógrafo José Maria Cardoso da Silva, do Departamento de Geografia e Estudos Regionais da Universidade de Miami, nos Estados Unidos, e do engenheiro químico Alan Cavalcanti da Cunha, do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical da Universidade Federal do Amapá (Unifap), foi realizado um levantamento amplo e detalhado dos valores aplicados pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) no manejo de 289 áreas. Elas cobrem 743 mil km² de vegetação nativa distribuída pelo país. O grupo usou dados do próprio ICMBio e do Programa Áreas Protegidas da Amazônia (Arpa), criado em 2002 para preservar a floresta amazônica por meio da criação de unidades de conservação. Eles também usaram o Portal da Transparência para reunir informações sobre os gastos com os funcionários das unidades avaliadas, como salário e bonificações que receberam no período. Em seguida cruzaram esses dados e analisaram os padrões de distribuição dos gastos públicos com as unidades federais de 2013 a 2016.

Verificaram que o montante aplicado pelo governo na manutenção das 289 unidades de conservação correspondeu a uma média de US\$ 74,8 milhões por ano. Como o câmbio variou durante o período, os pesquisadores se basearam em uma taxa média de R\$ 3,25 por dólar. “Mais da metade desse valor foi usada para cobrir gastos com salários e gratificações”, ex-

plica Cunha. “A outra parte foi empregada em ações de fiscalização, demarcação de terras, compra de equipamentos, entre outros.” O valor investido pelo governo federal correspondeu a uma média anual de cerca de US\$ 100 por km², abaixo do que foi aplicado nos anos anteriores, cerca de US\$ 140 por km².

Os autores suspeitam que a diminuição dos investimentos nas unidades resulte de dois fatores. Um deles diz respeito ao fato de o Brasil ter expandido seu sistema de áreas de proteção a uma taxa mais rápida do que a de aumento do orçamento do ICMBio, que, segundo Cunha, optou por priorizar o repasse de recursos às unidades mais antigas e já estruturadas. Outra explicação envolve a crise econômica que o país atravessa desde 2015, a qual levou o governo federal a cortar gastos em vários setores, incluindo a área de conservação ambiental.

União repassou cerca de US\$ 100 por km² para o manejo das áreas de preservação entre 2013 e 2016

Também os gastos federais variaram de uma unidade para outra, de acordo com o tamanho, a idade, a densidade populacional e o IDH das cidades próximas a elas. “As unidades menores, entre 0,89 km² e 80 km², mais jovens e com cidades menos povoadas nas cercanias receberam entre US\$ 0,30 e US\$ 44,5 por km², enquanto as áreas médias e grandes, entre 603 km² e 38,6 mil km², mais antigas e com cidades próximas mais populosas e com maior IDH receberam mais recursos, entre US\$ 314 e US\$ 394,2 mil por km² no período avaliado”, diz Cunha.

Ele explica que quanto mais densas as áreas urbanas próximas às unidades de conservação, maior é o risco de degradação da vegetação protegida, o que exige mais investimento por parte do governo federal. Já as cidades próximas com alto IDH, em geral, apresentam melhores in-

dicadores de renda, saúde e escolaridade. “Esses fatores levam à criação de um cenário de conscientização e valorização do meio ambiente e maior pressão por investimentos nas unidades próximas.”

O estudo constatou que as áreas de proteção integral tendem a receber mais recursos do que as de uso múltiplo. Isso porque, enquanto as unidades de proteção integral são restritivas, permitindo a realização de pesquisas e algumas atividades recreativas e educativas, as de uso múltiplo permitem a exploração sustentável da biodiversidade, por meio do turismo ecológico e de atividades extrativistas tradicionais. “As de proteção de uso múltiplo recebem menos investimentos porque dispõem de atividades econômicas alternativas”, explica Cunha. Por conta disso, a própria população local atua como um agente de fiscalização. “Os habitantes ajudam a conservar e a proteger esses ecossistemas porque compreendem sua importância para a região tanto do ponto de vista ambiental como econômico.” Isso não acontece com as áreas de proteção integral, daí a necessidade de mais recursos para elas.

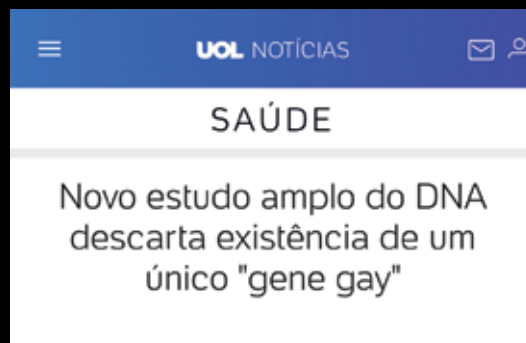
Para o biólogo Ramon Felipe Bicudo da Silva, do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que não participou do estudo, diferenças no dispêndio nacional entre as áreas de proteção, em parte, são esperadas. “Em um país como o Brasil, extenso e heterogêneo em biodiversidade e condições socioeconômicas e culturais, os desafios e demandas de cada unidade de proteção variam muito”, diz.

No entanto, ele destaca que os fatores identificados pelos pesquisadores explicam apenas um terço dos gastos totais feitos entre 2013 e 2016. “Não se pode descartar a hipótese de que outras variáveis, envolvendo interesses políticos e econômicos, também possam justificar as diferenças na aplicação de recursos financeiros entre as unidades no país.” Para ele, compreender os fatores envolvidos na alocação de recursos em áreas de proteção ajuda a aprimorar a transparência nos gastos públicos. “Isso tende a ser um meio para garantir melhores políticas e governança ambientais, com melhores resultados de conservação.” ■

Artigo científico

SILVA, J. M. C. et al. Public spending in federal protected areas in Brazil. *Land Use Policy*, v. 86, p. 158-64, jul. 2019.

Estudo que mapeou influência dos genes no comportamento homossexual destacou-se também pela estratégia de apresentação dos resultados



PARA EXPLICAR A

Um amplo estudo sobre a influência dos genes no comportamento homossexual humano foi publicado na revista *Science* em setembro e indicou a existência de milhares de variantes genéticas comuns a indivíduos que se relacionam com pessoas do mesmo sexo, com destaque para cinco trechos de cromossomos. Mesmo reunidas, essas variantes explicariam o comportamento em 8% a 25% das pessoas analisadas – nas demais, estariam presentes fatores de ordem cultural ou ambiental. O trabalho, assinado por pesquisadores do Instituto Broad, ligado ao Massachusetts Institute of Technology e à Universidade Harvard, nos Estados Unidos, analisou o genoma de 409 mil pessoas que doaram amostras de sangue ao projeto Biobank, do Reino Unido, e 68,5 mil registradas na empresa de testes genéticos 23andMe, nos Estados Unidos. Esses indivíduos declararam suas práticas sexuais, em uma escala de seis degraus que ia do predominantemente homossexual ao predominantemente heterossexual. De acordo com o estudo, essa contribuição conjunta de diversas variantes genéticas é semelhante à observada em outras características complexas, como a estatura, e sugerem que o comportamento homossexual é uma parte normal da variação humana. “Não existe um gene gay”, disse à revista *Nature* o geneticista Andrea Ganna, autor principal do estudo. Segundo ele, é impossível prever se um indivíduo será homossexual olhando para a genética.

A influência da genética no comportamento homossexual já havia sido alvo de outras pesquisas, mas nunca com base em um volume tão grande de dados. Mas essa não foi a única contribuição do estudo. Os autores também adotaram uma forma pouco usual e extremamente cuidadosa de divulgação de resultados complexos. A começar pelo *press release* que trazia uma série de alertas sobre as limitações do trabalho: os indivíduos analisados têm, na maioria, ancestralidade europeia, então é imprudente generalizar os resultados para outras etnias; o trabalho trata de comportamento, não de orientação sexual; e seu escopo não permite tirar conclusões sobre outros aspectos da complexa sexualidade humana. Os autores trabalharam em conjunto com especialistas em comunicação científica e grupos de defesa de gays, lésbicas, bissexuais e transgêneros para discutir estratégias para a apresentação dos achados. Esse esforço rendeu uma página na internet (geneticsexbehavior.info), em que as conclusões e as razões para fazer o estudo são apresentadas de forma clara e sem jargões. Em outro endereço (bit.ly/SexualBehavior), o Instituto Broad divulgou 10 ensaios escritos pelos autores da pesquisa e outros especialistas, que ajudam a contextualizar os resultados e compreender seu impacto e suas implicações.

Um dos responsáveis pela pesquisa, o geneticista Benjamin Neale, do Instituto Broad, escreveu sobre as motivações e os temores da equipe. “Os dados do Biobank estavam disponíveis. Logo, era inevitável alguém usá-lo para estudos sobre compor-



COMPLEXIDADE

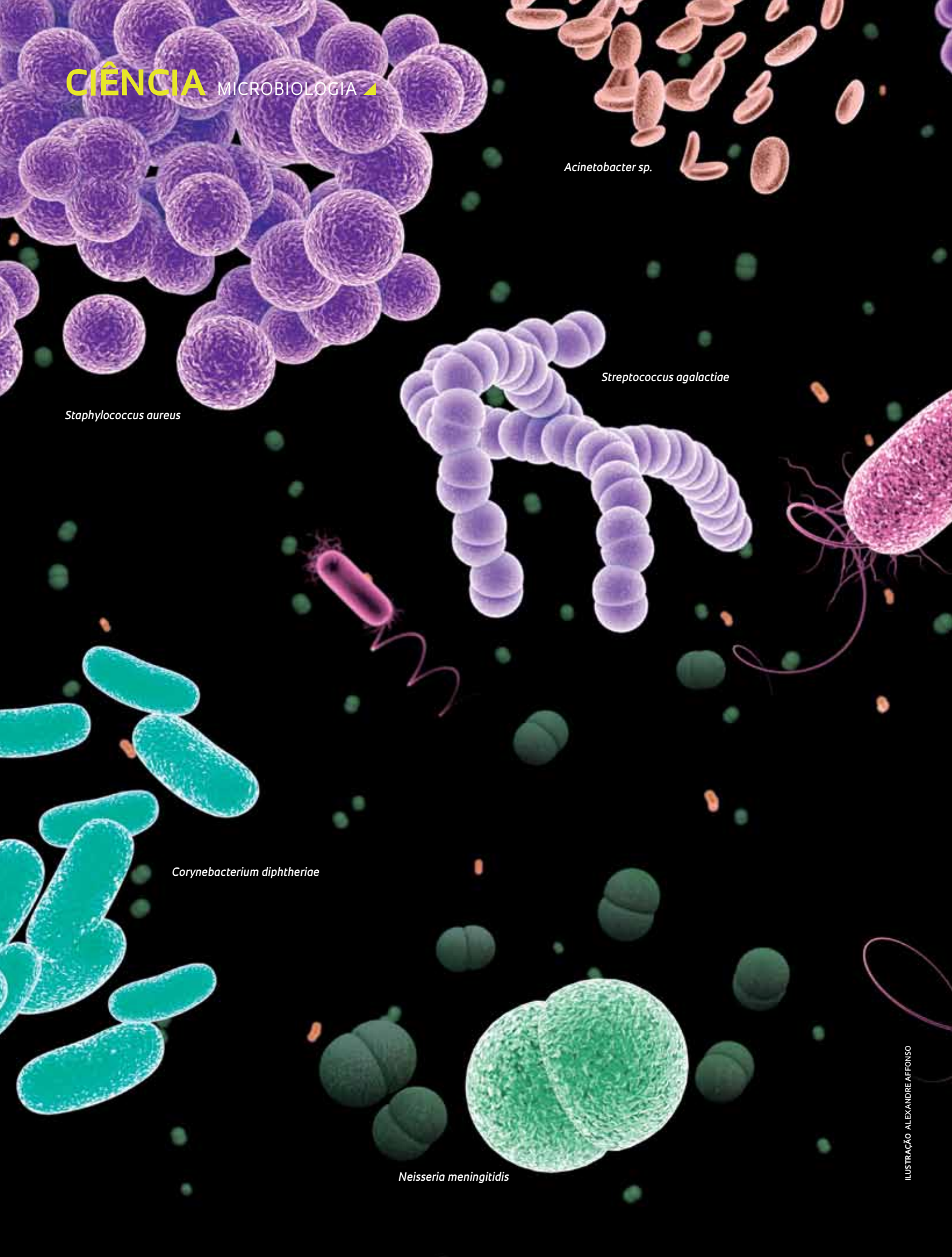
tamento homossexual. Sentimos que era importante garantir que um conjunto diversificado de perspectivas científicas, experiências pessoais e conhecimentos fossem representados na equipe de pesquisa, que incluiu especialistas em genética, estatística, comportamento sexual e sociologia.” Antes de fazer o desenho do projeto, os autores promoveram atividades de divulgação e engajamento com grupos LGBT para discutir os objetivos e os riscos do trabalho. Um dos receios expressos por esses grupos era o surgimento de interpretações enviesadas que pudessem dar fôlego para os defensores das “terapias de conversão” de homossexuais, totalmente desacreditadas pela ciência, ou servissem para promover a ideia de que as pessoas escolhem ser gays, lésbicas ou bissexuais. “A análise e os resultados encontrados não reforçam esse tipo de argumento”, afirmou Neale.

Os receios não eram infundados. Em 1991, o neurocientista britânico Simon LeVay anunciou, em artigo na revista *Science*, ter encontrado diferenças na anatomia cerebral de homossexuais e heterossexuais – uma determinada região do hipotálamo seria de duas a três vezes maior nos héteros do que nos gays. As evidências, embora robustas, envolviam um grupo de homossexuais que havia morrido em consequência de Aids e LeVay não avaliou se essa condição poderia ter afetado os resultados. LeVay, gay declarado, ressaltou na época que a homossexualidade não seria uma escolha, logo não fazia sentido pressionar os gays a mudar seu comportamento. Dois

anos depois, Dean Hamer, do Instituto Nacional do Câncer dos Estados Unidos, identificou uma região do cromossomo X que era idêntica em irmãos com comportamento homossexual. Esses resultados também municiaram leituras enviesadas.

“Comentários e postagens em blogs principalmente sobre o trabalho de LeVay mostram que ele ajudou a perpetuar a ideia de que a homossexualidade seria uma doença mental”, explicou Carino Gurjao, analista de bioinformática do Broad Institute, em um dos textos que contextualizam os resultados do novo trabalho. Gurjao alerta que a relação observada entre genética e comportamento homossexual é muito tênue e não descarta que os dados sejam mal interpretados. “Eu me preocupo que a genética seja mais uma maneira de rotular e atribuir erradamente traços à comunidade LGBT. Temo, por exemplo, que correlações encontradas no trabalho envolvendo o comportamento sexual dos gays, número de parceiros, incidência de depressão e uso de drogas possam ser usados para estigmatizar esse grupo.”

Para a socióloga Melinda Mills, pesquisadora da Universidade de Oxford, no Reino Unido, que fez uma análise dos resultados do estudo de Andrea Ganna em um ensaio para a revista *Science*, a pesquisa traz pistas que podem nortear novos estudos sobre o tema. “Trabalhos futuros precisam investigar como as predisposições genéticas são alteradas por fatores ambientais, com a necessidade de uma abordagem multidisciplinar envolvendo sociologia e genômica”, recomenda. ■ Fabrício Marques



Staphylococcus aureus

Acinetobacter sp.

Streptococcus agalactiae

Corynebacterium diphtheriae

Neisseria meningitidis



Enterococcus

Streptococcus pneumoniae

Enterobacteriaceae

Pseudomonas aeruginosa

UTI

Bactérias em

Encontrados na superfície de colchões, equipamentos médicos e celulares, microrganismos resistem à limpeza diária

Carlos Fioravanti

Streptococcus pyogenes

As bactérias parecem estar adaptadas às Unidades de Terapia Intensiva (UTIs) dos hospitais, ambiente que deveria ser praticamente livre de agentes infecciosos por causa da gravidade da saúde de seus pacientes. Essa é a conclusão de um levantamento feito por pesquisadores do Hospital das Clínicas (HC) da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), centro de referência no atendimento médico na região. O trabalho identificou 138 gêneros de bactérias na UTI de adultos e 160 na UTI pediátrica do HC. Os microrganismos foram encontrados em colchões, grades da cama, móveis, teclados de computadores e aparelhos como bombas de inalação, respiradores e telefones celulares das equipes médicas. Segundo o estudo, mesmo depois da adoção dos procedimentos de higienização, a maior parte das bactérias sobreviveu. Elas chegam às UTIs sobretudo de carona nas mãos das equipes médicas, dos pacientes e dos visitantes, apenas aparentemente limpas. Com 817 leitos gerais e 105 de UTI, o HC de Ribeirão Preto tem quase 6 mil funcionários e gerencia cerca de 35 mil internações por ano – quase 100 por dia.

A maioria das bactérias identificadas geralmente não causa nenhum problema de saúde em pessoas saudáveis, mas pode gerar sérias infecções nos pacientes em UTIs, normalmente com as defesas do organismo debilitadas. O risco de infecções microbianas é até 10 vezes maior em UTIs do que nos outros setores de um hospital, segundo a Associação de Medicina Intensiva Brasileira. As mais comuns são as pneumonias e as infecções da corrente sanguínea e do aparelho urinário. Esse é um problema mundial, combatido com práticas de limpeza em permanente aprimoramento.

Não existem ainda parâmetros que indiquem se essa diversidade bacteriana nas UTIs do HC de Ribeirão Preto está acima ou abaixo do aceitável. “O risco de contaminação para os pacientes precisa ser estudado”, diz o infectologista Gilberto Gaspar, coordenador da comissão de controle hospitalar, que participou do estudo, publicado em agosto na revista *Frontiers in Public Health*. Seu argumento é que não se conhece a quantidade de bactérias necessária para causar uma infecção. “Vamos rever os métodos, a frequência e a eficiência da higienização”, assegura. O hospital não divulga as taxas de infecção nas UTIs para o público externo.

No HC, dois gêneros de bactérias, *Pseudomonas* e *Staphylococcus*, mostraram-se disseminados e foram encontrados em colchões, grades de cama, bombas de inalação, maçanetas e portas de armários, carros de curativos, bancada de preparo de medicamentos e computadores. “*Pseudomonas* são bactérias do solo, que são levadas para as UTIs provavelmente em calçados das equipes

médicas e dos visitantes”, diz a microbiologista Maria Eugenia Guazzaroni, da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FFCLRP-USP) e coordenadora do trabalho. Elas podem causar infecções respiratórias e urinárias, otites e conjuntivites. Encontradas no organismo humano, como nas fossas nasais, *Staphylococcus* podem provocar diferentes infecções em pacientes de UTIs, inclusive pneumonias e sepse (infecção generalizada). “Mesmo assim, a principal fonte de bactérias são as mãos das pessoas”, ressalta o bioquímico Lucas Ribeiro, também da FFCLRP-USP. Segundo ele, a transmissão de microrganismos poderia ser menor se as equipes de trabalho e os visitantes se comprometessem mais com as normas de higienização.

A resistência das bactérias aos procedimentos diários de assepsia foi impressionante. A limpeza feita com panos embebidos em substâncias antimicrobianas de ação ampla não bastou para eliminar totalmente os microrganismos das UTIs. Nas duas unidades, a limpeza causou uma redução de 20% na quantidade de gêneros de bactérias. A eficiência da limpeza não foi a mesma nas diferentes superfícies, indicando que a variação da diversidade bacteriana antes e depois da limpeza poderia ser explicada, em parte, por falta de padronização dos procedimentos. Segundo Ribeiro, a alternância de produtos químicos, adotada em hospitais da Europa e dos Estados Unidos, poderia reduzir a capacidade de os micróbios se adaptarem às práticas de limpeza.

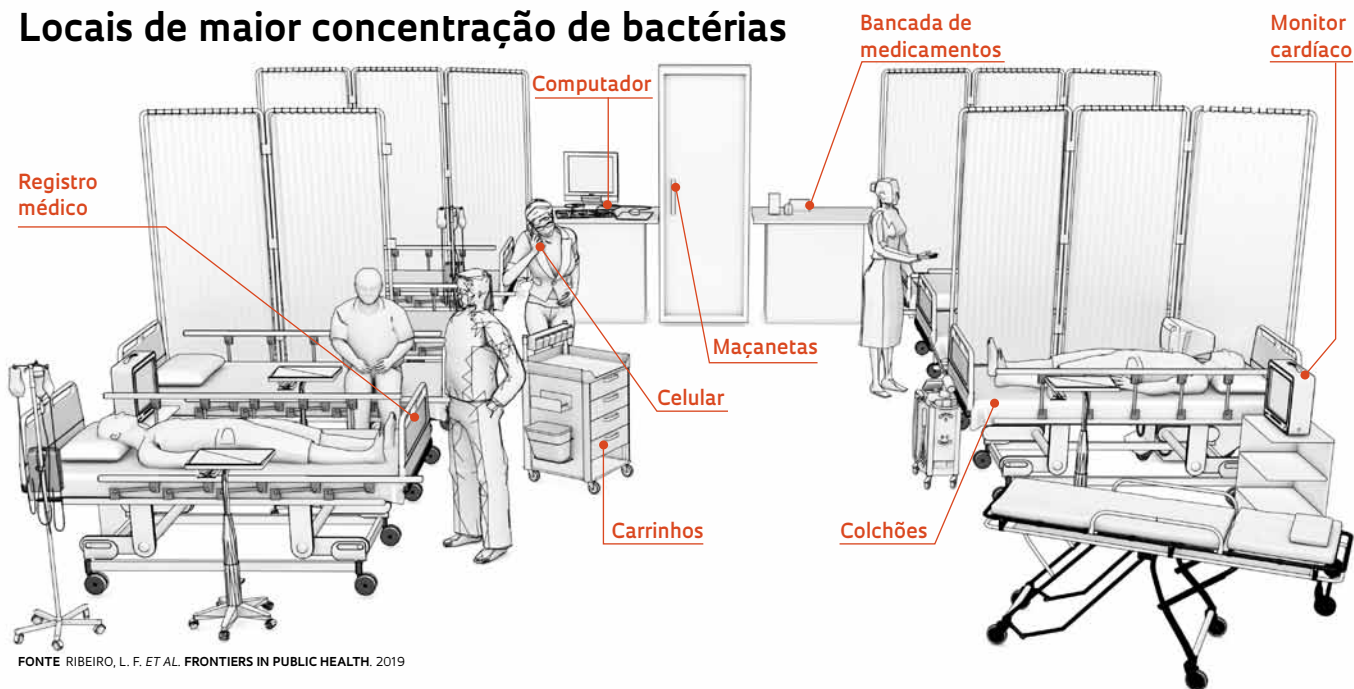
MÉTODO ABRANGENTE

A diversidade de bactérias na UTI do hospital de Ribeirão Preto foi determinada pelo emprego de uma técnica chamada metagenômica. Essa abordagem consiste na análise de material genético em larga escala em máquinas que examinam o gene 16S rRNA, que permite identificar a bactéria. O método pode revelar ao menos o gênero de bactérias que não podem ser identificadas por meio de cultivo celular.

Somente 2,5% do total de espécies de bactérias podem ser identificadas por métodos de cultura, de acordo com pesquisadores da Universidade de Tecnologia e da Universidade Médica, ambas em

Havia bactérias nas mãos de 60% da equipe médica de um hospital de Uberlândia

Locais de maior concentração de bactérias



FONTE RIBEIRO, L. F. ET AL. FRONTIERS IN PUBLIC HEALTH. 2019

Graz, na Áustria. Usando também essa técnica de sequenciamento, que teoricamente poderia detectar todos os microrganismos, eles encontraram 76 gêneros de bactérias com pelo menos 1% de abundância em 36 amostras de superfícies – aparelhos médicos, como respiradores, ultrassom e endoscópio, espaços de trabalho, como as salas dos médicos e de procedimentos, a entrada de visitantes e quartos dos pacientes – de UTIs da Universidade Médica de Graz. De acordo com um artigo de março de 2013 na *Scientific Reports*, as bactérias predominantes – e principais fontes de infecções – eram as do gênero *Pseudomonas*, *Propionibacterium* e *Burkholderia*.

De modo similar, os gêneros *Bacillus*, *Staphylococcus* e *Pseudomonas* foram os mais abundantes (47% das amostras) na UTI adulta do HC de Ribeirão Preto, enquanto *Bacillus*, *Propionibacterium* e *Staphylococcus* predominaram (40%) na UTI pediátrica. Encontrados também em UTIs de hospitais dos Estados Unidos e Europa, os microrganismos desses gêneros resistem durante meses em superfícies secas.

EM MÃOS E EM CELULARES

Em outro estudo, a bióloga Marina Aparecida Soares, da Universidade Federal de Uberlândia, de Minas Gerais, coletou 26 amostras da superfície de mãos de enfermeiros, técnicos de enfermagem e médicos da UTI de adultos e 25 da UTI de recém-nascidos do Hospital e Maternidade Municipal Dr. Odelmo Leão Carneiro, da mesma cidade. As mãos de 60% dos participantes desse estudo estavam contaminadas por bactérias, entre elas *Pseudomonas aeruginosa*, como relatado em um artigo da edição de julho-setembro deste ano da *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção*.

Os aparelhos celulares de quem trabalhava na UTI de adultos do HC de Ribeirão Preto apresentaram uma abundância de bactérias dos gêneros *Acinetobacter*, *Sphingomonas* e *Brevundimonas*, comuns em ambientes úmidos, enquanto nos aparelhos da UTI pediátrica predominaram os gêneros *Fusobacterium*, *Neisseria*, *Rothia*, *Granulicatella* e *Streptococcus*, que fazem parte da microbiota do nariz ou da pele. “A recomendação raramente cumprida é não entrar com celular nas UTIs”, lembra a enfermeira Mayra Meneguetti, integrante da comissão de controle de infecção hospitalar do HC.

A infectologista Denise Brandão de Assis, diretora técnica da divisão de infecção hospitalar do Centro de Vigilância Epidemiológica (CVE) da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, lembra que a limpeza de UTIs é um problema permanente – e não só no Brasil. “As pessoas acham que o ambiente está limpo e na verdade não está”, diz ela. O problema, embora grave, pode ser amenizado. Um levantamento do CVE em 652 hospitais privados, filantrópicos e públicos do estado de São Paulo registrou uma queda quase contínua nas taxas de infecção urinária (redução de 77%), de pneumonias (68%) e de infecções da corrente sanguínea (47%) entre 2004 e 2018 em UTIs, em consequência de aprimoramentos nas práticas de higiene. ■


Projeto

Novas abordagens para melhorar a prospecção funcional de biocatalizadores em bibliotecas metagenômicas (nº 15/04309-1); **Modalidade** Jovem Pesquisador; **Pesquisadora responsável** Maria Eugênia Guazzaroni (USP); **Investimento** R\$ 1.360.080,65.

Os artigos científicos consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.

AMBIENTE ▲

COMO MONITORAR O FOGO

A satellite map of South America, with a focus on the Amazon basin. The map is overlaid with a grid. Numerous small red and orange dots are scattered across the Amazon region, representing fire hotspots detected by satellite sensors. The rest of the continent and the surrounding oceans are shown in dark tones.

Pontos de calor detectados pelos sensores Modis dos satélites Aqua e Terra entre 15 e 22 de agosto

Dados de satélites municiam Inpe e Nasa e confirmam aumento de focos de queimadas na Amazônia

Rafael Garcia e Marcos Pivetta

Entre janeiro e agosto deste ano, duas instituições de pesquisa que acompanham a evolução dos focos de queimadas na Amazônia brasileira registraram o maior número de incêndios nesse bioma desde os oito primeiros meses do ano de 2010. O Programa Queimadas, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), contabilizou 46.825 focos de calor; o Global Fire Emissions Database, uma parceria da Nasa, a agência espacial norte-americana, com outras instituições, listou 90.392 pontos de queimadas. Nesse mesmo período em 2010, ano bastante seco, o Inpe registrara 58.476 focos e a Nasa 106.083. Por usarem métodos diferentes, os números absolutos dos dois levantamentos não são iguais. Os registros da agência norte-americana são sempre maiores do que os do instituto brasileiro. Mas há uma explicação técnica para isso.

Para montar sua série histórica, o Inpe utiliza dados de apenas uma das duas passagens diárias do satélite Aqua sobre a Amazônia, a que ocorre por volta das 14 horas (fuso de

Mais da metade dos incêndios florestais na região Norte ocorre no terço final de cada ano, na época mais seca

Brasília), no período do dia em que há usualmente mais queimadas. À tarde, o ar está mais quente, favorecendo o uso e a propagação do fogo na vegetação. Já a Nasa usa informações dos dois sobrevoos do Aqua (o segundo se dá na madrugada) e também das duas passagens do satélite Terra sobre a região, a primeira às 10h30 e a segunda às 22h30. A opção por incluir dados de todos os sobrevoos dos dois satélites pode fazer com que um único incêndio que dure muitas horas seja contabilizado por mais de um satélite e mais de uma vez, o que tende a tornar maiores os números da agência espacial norte-americana.

Distinções técnicas à parte, ambos os programas têm flagrado, ano após ano, o mesmo padrão de incêndios florestais na região. Quando o número de focos detectados por um dos levantamentos oscila para cima ou para baixo, o mesmo movimento é flagrado pelo outro programa (*ver quadro na página ao lado*). “A contagem de focos da Nasa e a nossa são excelentes indicadores da ocorrência de fogo na vegetação e permitem comparações temporais e espaciais para intervalos maiores que 10 dias”, comenta Alberto Setzer, coordenador do Programa Queimadas do Inpe.

“Mas não devem ser consideradas como uma medida absoluta da ocorrência de fogo, cuja incidência é maior do que a indicada pelos focos.”

Segundo a série histórica produzida pelo Inpe desde 2003, a quantidade de focos de calor nos oito primeiros meses deste ano equivale à metade da registrada entre janeiro e agosto de 2005 (mais de 90 mil pontos de incêndios), o pior ano de queimadas na Amazônia. Nos dados da Nasa, os oito primeiros meses de 2005, com 170 mil focos de calor, também aparecem como o período entre janeiro e agosto com mais incêndios na região. O atual recrudescimento do fogo na Amazônia, embora em patamares mais baixos do que nos piores anos da década passada, é preocupante e pode ser um sinal do que está por vir. O número de focos detectados entre janeiro e agosto deste ano foi o dobro do medido no mesmo período em 2018, tanto na contagem do Inpe como na da Nasa. Historicamente, mais de 50% dos focos de queimadas, às vezes até 80%, ocorrem no terço final de cada ano. Setembro costuma ser o mês mais seco na região e também o campeão histórico de incêndios, sejam de origem natural, causados por raios, ou provocados por ação humana.

“O fogo não é parte do ecossistema amazônico, diferentemente do que ocorre no Cerrado”, explica o cartógrafo Britaldo Soares-Filho, especialista em modelagem ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). “Ele é uma ferramenta para o desmatamento na região.” Por ser mais seco e ter uma vegetação menos fechada, incêndios naturais são mais comuns no Cerrado; na Amazônia, a floresta é densa e chove mais. Na análise do pesquisador, os focos de queimadas na Amazônia estão essencialmente associados à atividade humana. “Primeiro, são cortadas as árvores pequenas e arbustos do chamado sub-bosque, que são deixados ali para secar. Depois, essa biomassa é incendiada para facilitar a derrubada das árvores maiores. Em alguns casos, são usados motosserras e tratores com grandes correntes para retirar essas árvores.”

Mesmo quando as árvores são derrubadas mecanicamente, as toras remanescentes sem valor comercial precisam ser incendiadas para serem destruídas. Como a ocorrência natural de fogo é rara no bioma Amazônia (não confundir com a definição de Amazônia Legal, que, além da floresta densa, abrange áreas de vegetação de transição, de Cerrado e do Pantanal), pesquisadores atribuem a origem dos incêndios florestais à mão do homem. “Fizemos uma análise e constatamos que, entre janeiro e julho deste ano, os 10 municípios amazônicos que mais registraram focos de incêndio foram também os que tiveram maiores taxas de desmatamento”, explica o ecólogo Paulo Moutinho, do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam), organização não governamental de Belém, no Pará. Líder da lista, Apuí, no sudeste do Amazonas, concentrou 1.754 focos de incêndio e 151 quilômetros quadrados (km²) de desmatamento. A paraense Altamira ficou em segundo lugar em número de focos de queimadas (1.630), mas apresentou a maior área desmatada (297 km²).

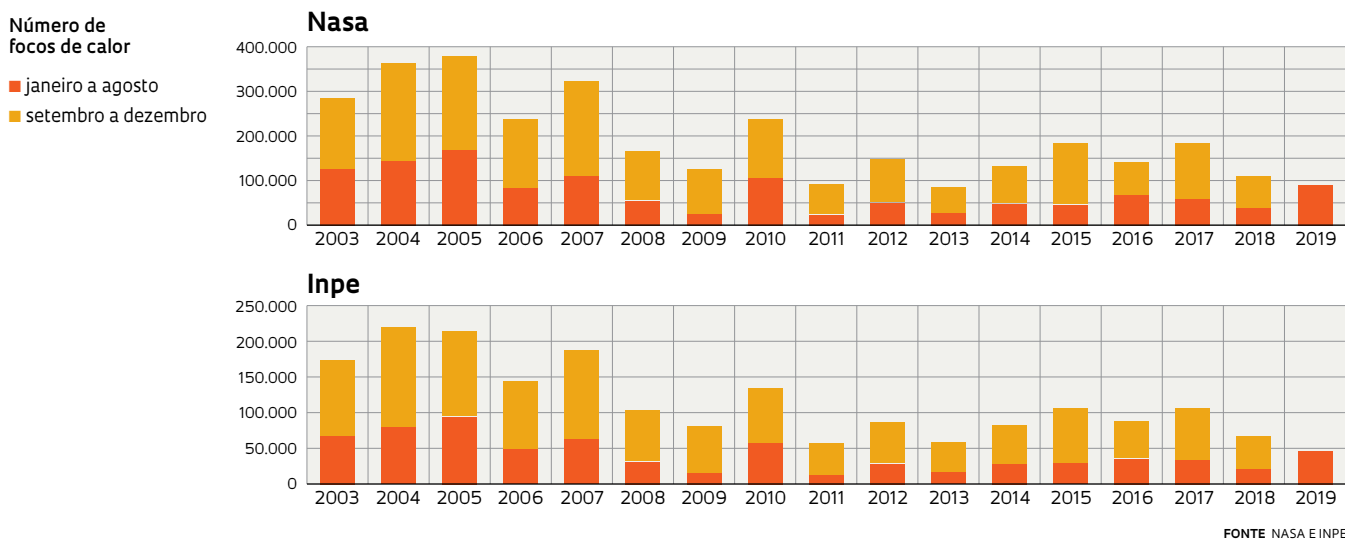
Mapear a sobreposição entre as queimadas e os desmatamentos não é simples. Muitas vezes, o fogo na parte da floresta denominada sub-bosque pode escapar dos satélites e as toras maiores são incineradas somente meses após seu corte, o que pode dificultar a associação dos incêndios com o desflorestamento. Para seguir o chamado fogo do desmatamento, Moutinho e colegas do Ipam e da Universidade Federal do Acre (Ufac) cruzaram

Queimada nas proximidades de Porto Velho, Rondônia, em 9 de setembro passado



A evolução dos focos de calor na Amazônia

Séries históricas indicam aumento de queimadas no bioma nos oito primeiros meses de 2019



os registros de incêndio com informações meteorológicas sobre chuva na Amazônia. Os dados de precipitação foram fornecidos pelo sistema Chirps, da Universidade da Califórnia em Santa Bárbara, nos Estados Unidos, que combina informação pluviométrica de estações meteorológicas e imagens de satélite para, assim, produzir um registro da distribuição de chuvas com 5 quilômetros (km) de resolução. Em seguida, os pesquisadores cruzaram as informações do Chirps com as do Programa Queimadas, do Inpe. “Neste ano vimos, até agora, uma seca mais branda, mas com uma explosão no número de focos de calor”, resume Moutinho.

Para o engenheiro florestal Tasso Azevedo, coordenador do projeto MapBiomias, iniciativa do Observatório do Clima (ONG que reúne 36 organizações da sociedade civil brasileira) que mapeia o uso da terra no Brasil, as queimadas e os desmatamentos não são fenômenos extremamente planejados. “Como 95% do desflorestamento é ilegal, sua ocorrência está diretamente associada ao risco de o infrator ser pego”, diz Azevedo. “Se o risco é baixo, o desmatamento ilegal vale a pena. O infrator acredita que, ao desmatar e ocupar uma área, vai conseguir regularizá-la.”

RADIAÇÃO TÉRMICA

Desde 1986, o Programa Queimadas (Inpe) mapeia o território nacional usando satélites que detectam radiação térmica emitida por fogo: ondas eletromagnéticas

com pico de comprimento de onda entre 3,7 e 4,1 micrômetros. Atualmente, o projeto processa imagens de nove satélites diferentes e usa três tipos de sensores ópticos para gerar o maior número possível de alertas de focos de queima. Útil para monitorar incêndios florestais, o programa também é capaz de localizar áreas em que o fator humano produz grandes aglomerados de focos. Além das queimadas para limpeza de pastos ou preparo de plantios e o fogo do desmatamento, o sistema detecta focos produzidos pela queima do bagaço de cana e incêndios urbanos.

Um foco de calor tão pequeno quanto uma frente de queimada de 30 metros de extensão por 1 m de largura pode ser registrado pelos instrumentos de observação instalados nos satélites. Atualmente, são usadas três gerações de sensores para essa finalidade: o AVHRR, mais antigo; o Modis, de tecnologia intermediária; e o VIIRS, mais moderno. Um instrumento desse último tipo – presente nos satélites Suomi NPP e NOAA-20, da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), dos Estados Unidos – detecta 10 vezes mais focos que um Modis a bordo dos satélites Aqua e Terra, ambos da Nasa. Nuvens de chuvas são obstáculos para o bom funcionamento dos sensores, mas não as nuvens de fumaça das queimadas.

O programa Global Fire Emissions Database registra os focos de calor na Amazônia tendo como referência os satélites

Terra e Aqua. Além de monitorar a localização dos focos de calor, os satélites registram a intensidade da queimada. Medida como FRP (sigla em inglês para potência radiativa do fogo), essa variável apresentou uma média alta em julho e, em agosto, sofreu uma escalada ainda mais acentuada. “A potência radiativa do fogo é uma medida instantânea da energia emitida”, explica Niels Andela, coordenador das observações do programa da Nasa. “O fogo de desmatamento costuma ter emissões mais energéticas porque é proveniente de madeira acumulada com grande concentração de biomassa. É diferente do que ocorre com o fogo em capim, que tem uma carga combustível menor.”

Se fosse possível observar de forma ininterrupta os focos de queima, as medidas de FRP forneceriam a quantidade de biomassa incinerada. Para isso, seria preciso contar com um fluxo de dados contínuos gerados por satélites geoestacionários – que observam sempre uma mesma região da Terra – com uma resolução melhor do que a atual. Satélites atmosféricos em órbita polar, como o Aqua e o Terra, não se prestam a esse tipo de serviço. “Apesar de serem apenas o retrato de um momento, as medidas atuais de FRP [fornecidas pelo Aqua e Terra] ainda guardam uma correlação forte com a biomassa queimada”, pondera Andela. “Os números médios deste ano são relativamente altos e indicam um fogo associado ao desmatamento.” ■

O vasto mundo das abelhas

Há 20 anos bióloga defende os polinizadores para a manutenção de florestas nativas e a ampliação da produção agrícola

Carlos Fioravanti

Especialista em comportamento e ecologia de abelhas, a bióloga paulistana Vera Lucia Imperatriz Fonseca entrou em 1998 na luta em defesa dos polinizadores – principalmente abelhas, mas também vespas, besouros, moscas, morcegos e aves que transferem pólen de uma planta a outra ou às vezes em uma mesma planta, favorecendo o desenvolvimento de frutos. Ela foi uma das coautoras da Declaração de São Paulo para os Polinizadores, que originou a Iniciativa Internacional para Uso Sustentável e Conservação dos Polinizadores (IPI) e integrou um documento da Convenção de Diversidade Biológica (CDB) das Nações Unidas.

Depois de se aposentar do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP), em 2003, Fonseca foi professora visitante do *campus* de Ribeirão Preto por dois anos e trabalhou outros dois no

Instituto de Estudos Avançados, ambos da USP, e quatro na Universidade Federal Rural do Semiárido (Ufersa), em Mossoró, no Rio Grande do Norte, formando grupos de pesquisa e estimulando a criação de abelhas-indígenas sem ferrão. Em 2014, tornou-se uma das coordenadoras da Avaliação Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos da Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (IPBES), que resultou em um documento aprovado em 2016 na Conferência das Partes (COP-13) da Convenção da Diversidade Biológica, realizada no México. Também em 2014, mudou-se para Belém (PA) e desde então coordena a equipe de biodiversidade do então recém-implantado Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável (ITV-DS).

Vera Fonseca formou a coleção de abelhas no Departamento de Ecologia do

IB-USP, atualmente com cerca de 50 mil exemplares, ampliou o conhecimento sobre as espécies nativas e promoveu a criação de abelhas-sem-ferrão, como a jandaíra (*Melipona subnitida*), como fonte de renda extra para pequenos proprietários rurais do Nordeste brasileiro. Aos 73 anos, tem trabalhado em estratégias de recuperação e conservação da biodiversidade de áreas atingidas pela mineração. Nesta entrevista, concedida em meio a uma de suas visitas à capital paulista, onde moram os quatro filhos e quatro netos, a bióloga conta de sua trajetória e do engajamento em defesa dos polinizadores. “Temos de falar sempre nesse assunto”, ela sugere. “Vai ser útil para todos.”

A senhora começou em 1998 a participar da elaboração de políticas para proteção de polinizadores no Brasil.



Segundo a pesquisadora, somente no estado de São Paulo são mais de 700 espécies de abelhas

Que balanço faz desses 20 anos?

Os debates sobre o uso de abelhas como polinizadores começaram na década de 2000 nos Encontros sobre Abelhas de Ribeirão Preto e estruturaram a Iniciativa Brasileira de Polinizadores, aprovada em 2000. A FAO [Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura] coordenou o plano de ação aprovado em 2002, com uma agenda que deveria ser implementada até 2015. Avançamos muito, mas alguns problemas se acentuaram, como o efeito dos pesticidas sobre as abelhas e o impacto das mudanças climáticas. Em 2010, para atender a uma encomenda do CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico], reunimos 85

pesquisadores de 36 instituições brasileiras e fizemos o livro *Polinizadores no Brasil* [<https://bit.ly/2MiQrQW>].

Como está a política de proteção de polinizadores no Brasil?

Sem prioridade governamental, mas há algumas iniciativas, como a inserção do tema dos polinizadores e produção de alimentos na Semana da Ciência e Tecnologia pelo CGEE [Centro de Gestão e Estudos Estratégicos], em 2016. Em 2017, Braulio Dias, professor da Universidade de Brasília que foi o secretário-executivo da CDB, Breno Freitas, da Universidade Federal do Ceará, Carmen Pires, da Embrapa, e eu apresentamos no Senado Federal os resultados da IPBES e da CBD sobre a importância da polinização para a produção sustentável de alimentos no Brasil. No Senado há um projeto de lei em discussão sobre proteção à conserva-

ção e uso sustentável dos polinizadores. Em 2019, o Brasil lançou o *Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos*, um trabalho muito importante. Os polinizadores melhoraram nossa qualidade de vida por meio de produção de frutos mais perfeitos, com maior valor comercial e tempo de vida de prateleira. Se queremos aumentar a produtividade agrícola, precisamos valorizar os polinizadores. A polinização acrescenta US\$ 12 bilhões por ano à agricultura brasileira, segundo a IPBES, o que equivale a 30% do total anual da produção das culturas dependentes de polinizadores. Plantações de café com presença de polinizadores, por exemplo, podem render de 10% a 40% a mais. A criação de abelhas nativas tem crescido e se consolidado no país.

Qual a relação do ITV com a Vale?

O ITV foi criado pela Vale para desenvolver e organizar o conhecimento para o uso sustentável de recursos naturais. Temos autonomia para definir e realizar pesquisas, mas também atendemos a demandas da empresa, o que é importante, porque os documentos que produzimos ajudam a orientar decisões de vários setores. O apoio financeiro da Vale nos permite ter equipamentos modernos e fazer estudos com novas tecnologias, como as de base molecular. Trabalhamos em conjunto com o Museu Paraense Emílio Goeldi, a Universidade Federal do Pará, a Embrapa e outros centros de pesquisa da região, além de outros parceiros, priorizando a publicação de artigos, livros e dados abertos.

Como está seu trabalho em Belém?

Estamos fazendo um estudo grande sobre a biodiversidade em Carajás e as possibilidades de redução dos efeitos ambientais. Em 2014, quando começamos, Ana Maria Giulietti (ver Pesquisa FAPESP nº 260), que convidei para liderar o grupo da botânica, dizia que a área da mineração de Carajás deveria ter pelo menos 500 espécies de plantas nas cangas [áreas de campos rupestres com minério de ferro]. A primeira lista publicada anteriormente tinha 232 espécies. Já chegamos a 1.094 espécies publicadas na *Flora das Cangas de Carajás*, com dezenas de espécies prováveis endêmicas da serra dos Carajás. Nas áreas de canga da Flona [Floresta Nacional de Carajás], encontramos só oito endêmicas. Teresa Giannini, do ITV, com apoio de Antonio Saraiva, coordenador do Núcleo de Apoio à Pesquisa em Biodiversidade e Computação da USP (Bio-Comp), examinou os cenários climáticos de distribuição geográfica na Amazônia Oriental para 210 espécies de abelhas solitárias e sociais, 501 espécies de aves e 80 de morcegos encontrados na região de Carajás. O objetivo era saber quais poderiam encontrar habitats adequados no clima do futuro. Alguns cenários climáticos preveem um aumento de seis graus na temperatura e uma drástica redução da pluviosidade até o ano de 2050 nessa região. Se realmente for isso, apenas 7 espécies de abelhas, 242 de aves e 36 de morcegos devem encontrar condições favoráveis na Flona de Carajás daqui a 30 anos. Para reduzir as perdas de espécies é importante definir as áreas com condições climáticas no futuro para a sobrevi-



Participar da Plataforma de Biodiversidade permite ver como o trabalho do pesquisador pode ser útil e quais temas devem impulsionar as pesquisas

vência desses animais, recuperar outras áreas degradadas e desenhar corredores florestais para facilitar o deslocamento das espécies.

O ITV participou da restauração das áreas que sofreram impacto ambiental com o rompimento das barragens da Vale em Mariana e Brumadinho?

Diretamente, não. O ITV de Belém estuda principalmente a área da bacia do rio Itacaiunas, em Carajás, e a pesquisa subsidia a preservação dos recursos naturais, com base na hierarquia de mitigação de impactos ambientais (evitar, minimizar, retificar e compensar). Em Ouro Preto funciona outra unidade do instituto, que se dedica a melhorias dos processos de mineração. Participamos indiretamente da restauração das áreas impactadas de Minas Gerais. O ITV mantém um curso de mestrado profissionalizante. Temos alunos da Vale que trabalham nas áreas atingidas e, de alguma maneira, aplicam o conhecimento adquirido no curso.

Quando a senhora começou a se envolver com questões ambientais?

Desde a iniciação científica fui aluna de Paulo Nogueira-Neto [1922-2019], meu orientador até o doutorado. Aprendi com ele a importância de instituições formalizadas e com representatividade, como a ONG Ademasp [Associação de Defesa do Meio Ambiente de São Paulo], que ele presidia e atuou na preservação de áreas importantes e em conselhos ambientais. Em 1974 ele foi convidado para ser o secretário Especial do Meio Ambiente do governo federal, mas suas visitas mensais à USP foram sempre inspiradoras. Ele incentivou a participação da universidade em programas como o da criação das estações ecológicas. Coordenei o primeiro programa científico da Estação Ecológica Juréia, em 1983, que me mostrou o valor da pesquisa multidisciplinar integrada. Outra experiência muito interessante foi ter participado do conselho gestor da WWF Brasil, onde convivi com conservacionistas muito experientes e ativos, com um modelo de gestão muito bem estruturado.

Como foi seu trabalho em Mossoró?

Foi uma época importante da minha vida. Fui trabalhar lá a convite do Lionel Gonçalves, que tinha criado um centro de desenvolvimento da apicultura e da meliponicultura, tradicional na região. Andei pela Caatinga, fiquei muito impressionada com a aridez da região, os bichos todos morrendo em uma seca extrema, parecia que eu estava lendo Graciliano Ramos. Mas, quando chove, é maravilhoso, há flores por toda parte. A equipe se formou e foi reforçada com a liderança do Michael Hrcncir, recém-contratado, e os pós-doutores da Ufersa e da USP que nos acompanharam. Além dos artigos científicos em inglês, produzimos textos em português com linguagem acessível, entre eles o livro *A abelha jandaíra no passado, no presente e no futuro*, que ressalta o papel dos meliponicultores [criadores de abelhas-sem-ferrão]. Meu trabalho lá terminou em 2014. Em abril, Anne Larigauderie [secretária-executiva da IPBES] me convidou para ser, juntamente com Simon Potts, da Inglaterra, coordenadora da Avaliação Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos da IPBES. O relatório final trata do conhecimento atual, de lacunas de pesquisa e recomendações para melhorar as políticas públicas. Foi depois da reunião Plenária da IPBES



Serra de Carajás,
área de intensa exploração
de minério de ferro, com
espécies exclusivas de
plantas e animais

em Kuala Lumpur, na Malásia, em 2016, que compreendi a importância e a complexidade de submeter os trabalhos aos países que participam dessas iniciativas ligadas às Nações Unidas.

Por quê?

Naquela época a IPBES tinha 119 países signatários. As comitivas da diplomacia e da ciência de cada um deles analisavam linha a linha o que estava proposto no documento. Participar dessas discussões e reuniões significa compreender os papéis de todos os países na construção das políticas públicas globais, ver como o trabalho do pesquisador pode ser útil e quais os temas que devem impulsionar as pesquisas. Do ponto de vista da pesquisa científica, esse tipo de conduta traz os problemas globais para a escala local e vice-versa.

Como avalia seu trabalho científico?

Não pude passar um período no exterior, tinha quatro filhos pequenos e eram outros tempos. Por isso, recebi com prazer visitantes como Francis Dov Por, Joan Strassmann, David Queller, Hayo Velthuis, Francis Ratnieks, James Nieh, Tom Wenseleers, entre outros, que trouxeram novos conhecimentos, técnicas e oportunidades para pesquisas mais abrangentes. Depois de anos de criação da uruçu (*Melipona scutellaris*), em experimentos de Nogueira-Neto na fazenda Aretuzi-

na, em São Simão, interior paulista, as análises moleculares evidenciaram o *inbreeding* [acasalamento de indivíduos que são geneticamente próximos] e a resposta das colônias para combater os machos diploides, que nasciam quando as rainhas se acasalavam com irmãos. Aprendemos que, nesses casos, as colônias trocavam sempre de rainha e as colônias órfãs aceitavam rainhas fecundadas vindas de outros ninhos. Eram as rainhas parasitas sociais, e o parasitismo nesse caso se referia a não haver parentesco entre a colônia órfã que acolhia a rainha recém-fecundada não aparentada; o parentesco é uma premissa para a sociedade verdadeira nos insetos. Também vimos que as rainhas virgens podiam, sim, sair vivas dos ninhos e serem fecundadas, e só então elas iam à procura de ninhos órfãos, reconhecidos provavelmente por seus odores. Era uma nova possibilidade de dispersão das abelhas-sem-ferrão. O *inbreeding* é importante porque trata da viabilidade de criação de abelhas em pequenas populações.

Desde quando se interessa por abelhas?

Eu estava no terceiro ano do curso de biologia quando Nogueira-Neto deu uma aula maravilhosa sobre a biologia de uma abelha pequena, a mirim-preguiça (*Friesella schrottkyi*), muito mansa e frágil, cujo ninho cabia em uma caixa de lápis. Ela tem esse nome porque não voa a

temperaturas menores que 20°C e só sai para coletar alimento depois das 10 da manhã. “Quero estudar esse bicho”, falei. Pedi um estágio para ele e as primeiras colmeias de abelhas-sem-ferrão foram instaladas no orquidário da Botânica, onde comecei meus estudos sobre o comportamento de abelhas. Foi observando a atividade externa das abelhas e relacionando com as condições abióticas que comecei a entender o funcionamento das sociedades dos insetos. É importante as pessoas verem que as abelhas não são perigosas. Quando visitam uma flor, estão buscando alimento, mas também, em troca, a polinização traz frutos melhores. São muitas espécies, com hábitos diferentes, todas importantes na produção de alimento para o homem e para os animais. Temos cerca de 1.850 espécies de abelhas já identificadas no Brasil, entre elas cerca de 260 espécies de abelhas-sem-ferrão e muitas ainda para serem descritas. Somente no estado de São Paulo são mais de 700 espécies de abelhas, a maioria delas de hábito solitário. Elas deveriam ser bem-vindas nos jardins, mas muita gente ainda passa inseticida nas plantas.

O que está fazendo atualmente?

Estou reunindo o conhecimento obtido com as pesquisas ao longo desses anos para criar uma biofábrica de abelhas sociais nativas em Carajás. Na área há mais de 70 espécies de abelhas Meliponini [sem-ferrão], um tesouro da biodiversidade. Pretendemos trabalhar no melhoramento das matrizes para oferecer abelhas adequadas para a população local. A criação de abelhas-sem-ferrão para a produção de mel e para a polinização na agricultura familiar pode ser uma fonte de renda e melhorar a vida das pessoas. A biofábrica vai inicialmente usar as espécies locais que selecionamos para multiplicação em escala na região, a partir de ninhos obtidos no resgate da supressão vegetal autorizada. ■

PLANTAS QUE CRESCEM NO FERRO

Levantamento aponta 38 espécies vegetais que existem apenas nas chamadas cangas da Amazônia, um tipo de campo rupestre da serra de Carajás

Um tipo de vegetação que cresce apenas sobre as chamadas cangas, afloramentos rochosos de minério de ferro que formam uma variante dos campos rupestres, guarda uma riqueza de espécies tão grande e particular na Amazônia que merece atenção especial de conservação. A ideia é defendida por um grupo liderado pela botânica Daniela Zappi, do Instituto Tecnológico Vale (ITV) de Belém, que publicou um estudo comparativo em 5 de agosto na revista científica *PLOS ONE*.

Zappi e seus colaboradores levantaram a literatura científica sobre as plantas que crescem em 14 cangas da serra de Carajás, no Pará, e em 14 áreas da cadeia do Espinhaço, em Minas Gerais, e da chapada Diamantina, na Bahia, onde também existem campos ferruginosos ou uma vegetação muito similar, que se desenvolve sobre afloramentos rochosos de quartzito. Os sítios mineiros e baianos estão em áreas de Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica. Segundo o estudo,

que contabilizou 4.705 espécies nas 28 áreas analisadas, as cangas amazônicas têm 38 espécies endêmicas, que são exclusivas da zona de Carajás. “Em linhas gerais, cada região se mostrou diferente das outras, mas as cangas da Amazônia se sobressaíram”, comenta Zappi (*ver entrevista com a bióloga Vera Lucia Imperatriz Fonseca do ITV sobre a biodiversidade em Carajás na página 66*).

A maioria das plantas endêmicas das cangas dessa área de mineração são arbustos ou ervas, como *Perama carajensis* e *Brasilianthus carajensis*. Entre as espécies que só existem ali está a flor-de-carajás (*Ipomea cavalcantei*), arbusto com flores de vermelho intenso que se tornou símbolo da campanha pela preservação da flora local. Outra exclusividade da região é o ipê-da canga (*Anemopaegma* sp.), cuja imagem de sua semente alada em meio a rochas da canga abre esta reportagem.

Em junho de 2017, o alto endemismo de espécies vegetais motivou a criação de uma unidade de conservação, o Parque

Semente alada do ipê-da-canga (*Anemopaegma* sp.) sobre rochas ferrosas (ao lado) e platô em uma área de canga na região da serra de Carajás, no Pará

Nacional dos Campos Ferruginosos, com o intuito de preservar a biodiversidade local. A unidade abrange uma área de mais de 79 mil hectares dentro dos municípios de Canãa dos Carajás e Parauapebas.

O trabalho constatou que as cangas de Minas Gerais têm poucas espécies em comum com as de Carajás. Das 830 espécies registradas nos campos ferruginosos do Pará, menos de 180 foram encontradas também nas cangas da cadeia do Espinhaço e da chapada Diamantina. Segundo Zappi, as diretrizes de preservação da flora das cangas amazônicas podem ser aprimoradas sem a criação de novas unidades de conservação exclusivas.

A Floresta Nacional de Carajás, que está aberta à mineração sustentável, tem, por exemplo, planos de manejo que preveem tanto áreas de exploração como de preservação. A própria Vale, que mantém

o instituto de pesquisa ITV, reconhece essa limitação. “A companhia está empenhada em manter a mineração fora dessas áreas”, diz a botânica.

EM BUSCA DO "PELADÃO"

Um fator que contribui para o endemismo de algumas espécies vegetais das cangas amazônicas é a grande distância de Carajás em relação aos outros pontos do território em que também existem campos ferruginosos. Chegar a um dos 14 sítios estudados no Pará exige espírito explorador. As cangas da região são cercadas por floresta densa, com árvores de até 40 metros, e se situam em áreas elevadas, a altitudes entre 600 e 700 metros. Nelas, predominam capins, arbustos e alguns pedaços de rocha exposta, criando uma paisagem que lembra a savana.

Os afloramentos de ferro não são visíveis para quem está fora da área abrangida por esses campos rupestres. “Para chegar nas cangas, é preciso perguntar para os moradores da região onde fica o ‘peladão’, nome que eles deram para esse tipo de formação”, explica Zappi.

Segundo o botânico José Rubens Pirani, do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP), o levantamento apresentado por Zappi será uma ferramenta importante para planejar a conservação da vegetação de cangas. Ele, no entanto, pondera que nem sempre é

mais adequado proteger uma área com maior diversidade de espécies em relação a outra menos rica nesse quesito. “É preciso considerar o grau de parentesco das plantas presentes em cada região. Pode ocorrer que uma área com menos espécies abarque um número maior de grupos de vegetais, enquanto em outra, com muitas espécies, todas podem ser do mesmo grupo”, observa Pirani.

No topo dos campos ferruginosos, as condições de vida são desafiadoras e as espécies vegetais encontraram diferentes formas de se adaptar ao ambiente. Há plantas que crescem em frestas das pedras, sobre os afloramentos ou ainda em solo raso acumulado sobre a rocha. “Elas vivem sob radiação solar intensa e são submetidas a uma amplitude térmica grande. A rocha atinge 50 °C de dia, mas resfria muito à noite, sob neblina”, comenta o botânico da USP. Os processos que levaram essas vegetais a evoluírem com morfologia e fisiologia necessárias para se adaptar a esse ambiente inóspito provavelmente duraram milhões de anos e ainda são pouco conhecidos. ■ **Rafael Garcia**

Artigo científico

ZAPPI, D.C. *et al.* Plotting a future for Amazonian canga vegetation in a campo rupestre context. **PLOS ONE**. 8 ago. 2019.



A ERA DOS QUBITS

Computadores da IBM e D-Wave abrem nova etapa do processamento quântico, mas ainda há muito o que evoluir

Domingos Zapparoli

Os computadores quânticos – que utilizam as propriedades de partículas subatômicas em seus sistemas de processamento – finalmente estão saindo dos laboratórios de pesquisa para o mundo comercial. Um importante movimento nesse sentido foi realizado recentemente pela norte-americana IBM, com o lançamento do IBM Q System One. Primeiro computador quântico universal disponível ao público, ele está apto a fazer vários tipos de operações. É um dado importante. A canadense D-Wave Systems apresentou seu processador quântico pioneiro há pouco mais de uma década. Mas o equipamento realiza apenas tarefas específicas, como equacionar problemas de otimização – a escolha da melhor solução entre inúmeras variáveis.

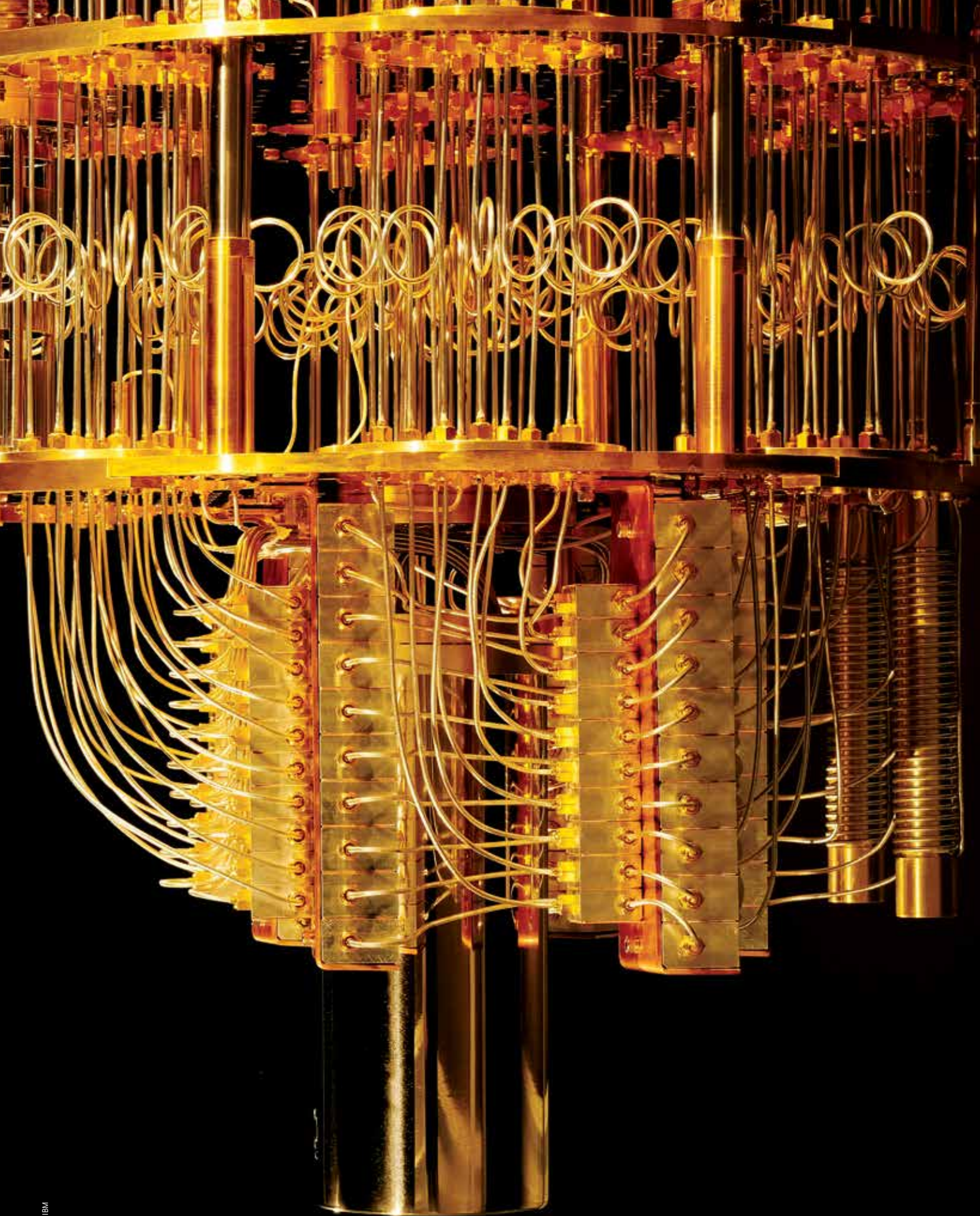
No final de setembro, o jornal britânico *Financial Times* anunciou que o Google pode ter atingido a “supremacia quântica”, ponto em que um computador quântico teria realizado uma

operação que uma máquina tradicional não seria capaz de fazer. Nesse caso, o chip Sycamore, projetado pelo Google, teria executado em pouco mais de três minutos um cálculo que o mais poderoso supercomputador da atualidade, o IBM Summit, levaria 10 mil anos para realizar. Um artigo detalhando o experimento deve ser publicado em breve pelos pesquisadores do Google em uma revista científica.

A trajetória em laboratório dos computadores quânticos é antiga e ainda está longe de chegar a um estágio satisfatório, mesmo com os avanços recentes da IBM e da D-Wave. Nos anos 1980, os físicos norte-americanos Paul Benioff e Richard Feynman, ganhador do Prêmio Nobel de 1965, e o israelense David Deutsch demonstraram que a mecânica quântica poderia dar origem a um novo tipo de computação. Em nanoescala, as partículas apresentam propriedades particulares como sobreposição – a combinação sobreposta de diferentes estados – e emaranhamento – quan-

Tubos para refrigeração e pulsos eletromagnéticos do IBM Q System One





do duas ou mais partículas interagem e exibem comportamento distinto do esperado do modo clássico (ver Pesquisa FAPESP nº 193).

Enquanto na computação clássica os bits (ou dígitos binários) podem assumir apenas um valor, 0 ou 1 – em que o 0 representa um sinal sem corrente elétrica e o 1 com corrente –, a computação quântica trabalha com 0, com 1 e com combinações de 0 e 1 ao mesmo tempo. São os bits quânticos ou qubits.

Essas características permitem ao computador quântico realizar cálculos simultâneos em uma ordem de magnitude muito superior à dos supercomputadores atuais. Como explica o físico teórico Frederico Borges de Brito, do Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC-USP), a proposta da computação quântica não é substituir a clássica, mas oferecer um novo caminho para solucionar problemas, como simulações complexas e questões probabilísticas, para as quais os computadores atuais têm dificuldades de dar respostas. Brito trabalhou no projeto dos equipamentos da IBM, durante um estágio de pós-doutorado entre 2006 e 2008, e da D-Wave, como pesquisador de 2008 a 2009.

“Fatorar um grande número primo é uma tarefa que pode durar anos em um computador clássico. Em um quântico, há potencial para levar apenas segundos”, exemplifica Brito. Com um computador quântico, quebrar códigos criptográficos,

usados para a segurança de operações bancárias, pode deixar de ser um desafio. Outra operação em que essas novas máquinas são mais eficientes é a simulação do comportamento das moléculas. Espera-se, com isso, ganhos no envelhecimento de proteínas (processo químico no qual elas assumem sua configuração funcional), gerando novas possibilidades para o desenvolvimento de produtos farmacêuticos. A nanotecnologia e a pesquisa de novos materiais também devem ser beneficiadas, assim como o setor financeiro. A computação quântica pode ser usada para a análise de carteiras de investimento e o comportamento de ações de empresas nas bolsas de valores ao longo do tempo.

Construir um computador quântico, entretanto, é uma tarefa complexa. As máquinas atuais têm o tamanho de uma sala de 10 metros quadrados (m²) e seus qubits são altamente instáveis e suscetíveis a perderem suas características quando expostos à natureza. Qualquer interferência, como vibração ou ruído de outras fontes de energia, pode levar a erros de cálculos. Dessa forma, é preciso isolá-los. Para manter suas propriedades, os qubits operam em uma temperatura negativa de 273,15 graus Celsius – muito próximo ao zero absoluto. Quanto mais qubits, mais sofisticada a engenharia exigida. IBM e D-Wave criaram soluções distintas para enfrentar o problema (ver infográfico na página ao lado).



Montagem do IBM Q System One, que ocupa uma área de 9 metros quadrados

O IBM Q System One é uma máquina com 20 qubits que combina sistemas quânticos e clássicos da computação. O aparato, apresentado ao público em janeiro, está disponível em nuvem para uso comercial e científico. Segundo Ulisses Mello, diretor do Laboratório de Pesquisas da IBM Brasil, o objetivo da empresa com o equipamento é mostrar que, mesmo que a capacidade de processamento ainda seja limitada, o computador quântico é viável e está disponível ao público. Não é apenas um experimento de laboratório.

A companhia trabalha em seu centro de pesquisa em Nova York em versões de 50 e 70 qubits. Ainda será pouco, reconhece Mello, mas faz parte de uma trajetória em que se pretende atingir a casa do milhar. “Chegar a 150 ou 200 qubits, quando as aplicações já poderão ser significativas para várias áreas, pode não estar tão distante”, avalia o executivo. “Modelar a molécula de cafeína demanda algo como 1.048 bits, algo impossível hoje. Com 160 qubits será possível”, afirma.

A IBM disponibiliza ao público de forma gratuita uma plataforma em nuvem chamada IBM Q Experience, que já tem mais de 100 mil usuários. A empresa conta também com mais de 60 parceiros empresariais que experimentam a tecnologia por meio do IBM Q Network. A fabricante de automóveis Daimler, a petroleira ExxonMobil e o banco JPMorgan Chase & Co. estão entre eles. Nenhuma empresa brasileira integra a rede, por ora.

FOCO EM APLICAÇÕES

O laboratório brasileiro da IBM não participou do desenvolvimento do hardware do IBM Q System One. O foco dos pesquisadores no país é desenvolver aplicações. A fase atual é de identificar problemas que podem ser equacionados pelo computador quântico e buscar parceiros interessados em contratar esses serviços. Os trabalhos iniciais buscam oportunidades no mercado financeiro, na área de logística e na indústria química. Uma aplicação em desenvolvimento é uma investigação da própria IBM, que tenta determinar como expandir a extração de petróleo nos reservatórios a partir do estudo do comportamento de moléculas de óleo líquido em contato com um material sólido (ver Pesquisa FAPESP nº 258).

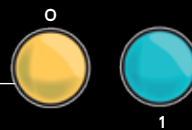
Quando revelou a primeira versão de seu computador quântico em 2007, a canadense D-Wave surpreendeu os pesquisadores acadêmicos por apresentar uma solução inesperada de processamento, que adota um protocolo adiabático – em que o equipamento trabalha no menor nível possível de energia – e não de circuito, como o da IBM. A vantagem, segundo Frederico Brito, é que esse sistema pode ser ampliado incorporando uma quantidade muito maior de qubits. Por outro lado, o computador só realiza tarefas

Como são as máquinas quânticas

A norte-americana IBM e a canadense D-Wave adotam modelos distintos de processamento

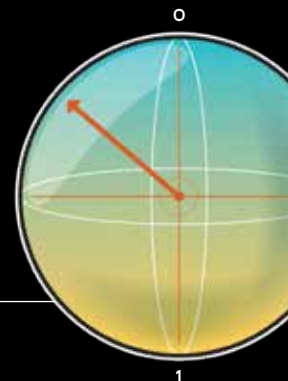
COMPUTAÇÃO CLÁSSICA

Computadores eletrônicos utilizam circuitos que geram um sinal elétrico, codificando um **bit**. É um sistema binário, uma vez que pode assumir apenas dois valores: 0 e 1, cada um representando estados distintos (sem e com corrente elétrica, respectivamente)



COMPUTAÇÃO QUÂNTICA

Usa propriedades como superposição (combinação sobreposta de diferentes estados físicos) e emaranhamento (quando duas ou mais partículas interagem e exibem comportamento diferente do modo clássico). Essas características levam a novos bits – **qubits ou bits quânticos** –, com 0, com 1 ou com combinações de 0 e 1 ao mesmo tempo



DIFERENTES ABORDAGENS

A manipulação e a preservação das propriedades quânticas são extremamente delicadas e qualquer falha compromete o resultado. IBM e D-Wave utilizam abordagens distintas para manipular as propriedades quânticas em seus modelos computacionais

MODELO CIRCUITO

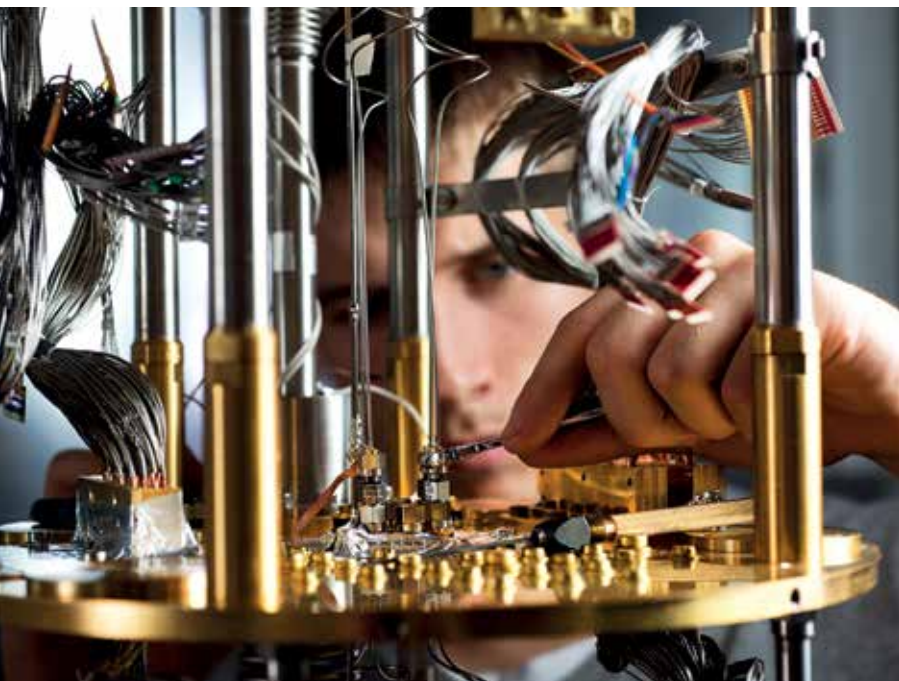
É o adotado pela IBM. A construção do algoritmo se dá por meio de operações organizadas numa **sequência definida**. Durante a computação, estados de superposição quânticos são gerados e devem ser mantidos. Esses estados são muito frágeis. Quanto maior o número de qubits, mais difícil é impedir a ação deletéria do ambiente externo



SISTEMA ADIABÁTICO

Utilizado pelo D-Wave, esse modelo idealiza a resposta ao problema em um único estado de energia. A estratégia é desenvolver um protocolo adiabático, significando que o sistema nunca deixa determinado estado de energia. A evolução do **emaranhamento** durante a execução do protocolo leva à construção do algoritmo desejado





Cientista trabalha no desenvolvimento do computador quântico da canadense D-Wave

específicas. Ele é especializado em problemas de otimização, como, por exemplo, a definição da rota logística mais eficiente para um caminhão realizar a entrega de sorvetes em uma cidade congestionada como São Paulo, levando em conta todas as variáveis, como número de localidades a serem visitadas, o tempo gasto na operação e os custos envolvidos.

SUSCETÍVEL A ERROS

Outra limitação das máquinas da D-Wave é que, por enquanto, o sistema utilizado ainda é passível de erros. Ele é indicado para a computação probabilística, em que a resposta apresentada é a mais provável, e não determinista, como ocorre com os computadores clássicos.

Ao contrário da IBM, que tem como estratégia a venda de tempo de computação em nuvem, a D-Wave decidiu pela comercialização de seus equipamentos. O primeiro foi comprado em 2011 pela fabricante norte-americana de sistemas de defesa Lockheed Martin. Com 128 qubits, a máquina ocupa uma sala de 10 m² e tem um sistema criogênico capaz de resfriar a unidade central de processamento. O Google e a agência espacial norte-americana (Nasa) estão entre os clientes do computador, que em sua versão atual – o D-Wave 2000Q – oferece 2 mil qubits. A empresa não divulga o valor do equipamento, mas reportagem da revista *Time* de 2014 estimou seu preço em US\$ 10 milhões.

As limitações das máquinas atuais fazem com que sejam classificadas como Noisy Intermediate-Scale Quantum (Nisq), ou seja, computadores quânticos de escala intermediária e ruidosa.

A denominação ruidosa indica que são sujeitos a erros para os quais eles ainda não oferecem sistemas de correção. “Um dos temas de fronteira é o desenvolvimento de algoritmos capazes de lidar com essas limitações e projetar o que poderá ser explorado em um futuro próximo”, destaca o físico Leandro Aolita, do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

O pesquisador explica que as possibilidades de criação de algoritmos quânticos oferecidas pelos computadores hoje ainda são limitadas. Para driblar esse obstáculo, a maioria dos projetos envolve operações híbridas que empregam em conjunto computação clássica e quântica. “Com algoritmos clássicos é quase impossível estabelecer padrões. Mas processamentos híbridos podem acelerar significativamente esse processo”, diz Aolita.

No Brasil, cerca de 200 pesquisadores estão associados ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Informação Quântica (INCT-IQ). Eles se agrupam em atividades em 12 laboratórios de tecnologias quânticas. Não existem no país projetos de desenvolvimento de computadores quânticos; o que há é uma iniciativa do Laboratório de Física em Circuitos Supercondutores para Dispositivos Quânticos da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que planeja criar em 2020 o primeiro dispositivo brasileiro dotado de qubits supercondutores. “No início, não serão mais que 3 qubits”, informa o físico Francisco Paulo Marques Rouxinol, coordenador do laboratório.

A unidade da Unicamp foi criada para estudar regimes de comportamento da natureza que possam ser usados futuramente no desenvolvimento de tecnologias quânticas, como simuladores e memórias. “Queremos contribuir para o estudo da mecânica quântica no limite macroscópico e entender por que existe uma divisão entre o mundo quântico e o que observamos diretamente, o mundo da mecânica clássica”, explica Rouxinol.

Segundo ele, a disponibilidade de computadores quânticos com capacidade de processamento mais elevada será fundamental para a equipe do laboratório testar as hipóteses estudadas. Como diz Frederico Brito, do IFSC-USP, a computação quântica ainda está em sua fase inicial e as possibilidades que irão surgir a partir de seu desenvolvimento são imprevisíveis. “A única coisa que sabemos é que estamos no limiar de uma possível revolução”, afirma. ■

Projeto

Desenvolvimento de dispositivos supercondutores quânticos para o estudo de estados quânticos de movimento em sistemas eletromecânicos híbridos (nº 17/08602-0); Modalidade Jovem Pesquisador; Pesquisador responsável Francisco Paulo Marques Rouxinol (Unicamp); Investimento R\$ 5.972.013,19.

O PESO DO BOI

Soluções inovadoras para a pesagem do gado podem aumentar a produtividade do rebanho brasileiro

Frances Jones

Pecuaristas brasileiros contam com novas tecnologias que podem ajudar em uma tarefa trivial, mas nem sempre simples de executar: a pesagem do gado. Coletar esse dado – e usá-lo para tomar decisões – é uma das bases para a chamada pecuária de precisão, termo que atrela tecnologia e informação a uma maior produtividade e rentabilidade. O monitoramento desse parâmetro é importante para o produtor identificar o momento ideal de venda do animal para o abate, definir a melhor hora para o acasalamento e acompanhar a saúde do gado – uma perda súbita de peso pode sinalizar falha na alimentação ou doença.

Embora o “olhômetro” ainda seja adotado em boa parte das fazendas brasileiras para calcular o peso do rebanho, as opções presentes no mercado estão

Animal com brinco de identificação; em segundo plano, balança para pesagem em movimento



distantes de uma simples balança. Uma das dificuldades da pesagem tradicional é levar o gado até o aparelho, em geral instalado no curral, e colocar um animal por vez em cima dele, o que demanda grande movimentação, estressa o animal e acarreta custos. Em criações convencionais, o rebanho é pesado uma ou duas vezes por ano, quase sempre no momento da vacinação. Isso só ocorre, é claro, quando há balança na propriedade. “O ponto é que se mede pouco e mal”, afirma o pecuarista André Bartocci, diretor da Associação dos Criadores de Nelore do Brasil (ACNB).

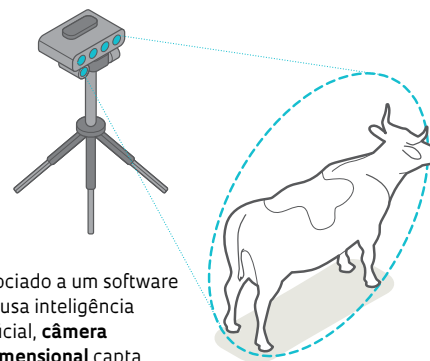
Se o boi não vai até a balança, a balança pode ir até o pasto. Uma das soluções recém-criadas até dispensa o uso dela e adota, em seu lugar, câmeras capazes de estimar o peso dos animais. “Nosso objetivo é permitir o monitoramento frequente no pasto, sem alterar a rotina nem do boi nem da fazenda”, diz o cientista da computação Pedro Coutinho, CEO da startup capixaba Olho do Dono. Em março, a empresa disponibilizou uma solução para 15 pecuaristas na qual uma câmera tridimensional (3D) associada a um software calcula o peso do rebanho. A imagem é captada a partir de qualquer lugar da fazenda, com os animais em movimento. Basta que passem perfilados a no máximo 3 metros da câmera.

“Pode ser um corredor ou qualquer lugar que afunile a passagem do gado”, conta Coutinho. “Usando inteligência artificial, aprendizagem de máquina e estatística, nosso programa analisa 500 características físicas ligadas ao peso. Já pesamos mais de 20 mil bois e a acurácia média da pesagem individual é de 95%.”

Caso o rebanho tenha a identificação por brincos com chips ou tags, a pesagem pode ser individualizada. As informações vão direto da câmera para o laptop, e não há necessidade de internet para rodar o sistema. A startup, que levou quatro anos para criar a solução, teve apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes), da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e do fundo de investimento Primattec.

Outra solução, já disponível por algumas empresas há pelo menos dois anos, é uma balança de passagem que registra as informações do animal em movimento. Com ela, o boi ou a vaca podem ser pesados no pasto, sem precisar ficar parados para a medição. A Coimma, localizada em Dracena (SP), lançou em 2017 a balança de passagem BalPass, criada em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Gado de Corte, de Campo Grande (MS), e a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

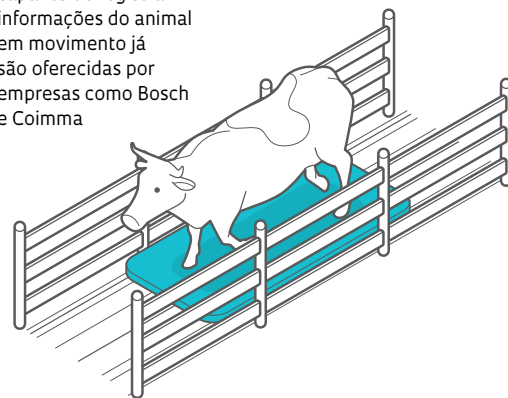
NOVAS TECNOLOGIAS DE PESAGEM



Associado a um software que usa inteligência artificial, **câmera tridimensional** capta imagem do animal, analisa caracteres e estima o peso

Balanças de passagem

capazes de registrar informações do animal em movimento já são oferecidas por empresas como Bosch e Coimma



Câmera desenvolvida pela startup Olho do Dono faz a pesagem do animal em movimento em qualquer lugar da fazenda

Composta por um módulo feito de madeira e aço, que pode ser levado para diferentes lugares da fazenda, a balança é dotada de sensor de presença, leitor de chip (para identificar cada animal), antena para transmissão de dados por radiofrequência e placa de energia solar. O sistema é geralmente colocado na passagem para o cocho de água. Toda vez que um animal vai beber água, tem seu peso aferido. Com isso, o pecuarista pode acompanhar o ganho de peso em qualquer lugar que esteja, pelo celular ou laptop.

“O produto começou a ser projetado há oito anos”, conta o engenheiro-agrônomo Rodrigo Fonseca Rangel da Rocha Gomes, gerente comercial da Coimma. “É o que enxergamos para uma pecuária cada vez mais ligada às informações do campo, com coleta de dados, internet das coisas e inteligência artificial”, diz.

NO PASTO OU CONFINADO

A divisão brasileira da multinacional alemã Bosch também lançou uma balança de passagem, batizada de Plataforma Pecuária de Precisão, com conceito similar ao do sistema da Coimma. O módulo pode ser fixado em um corredor estreito de passagem em qualquer ponto da fazenda. Serve para o rebanho criado no pasto ou em confinamento.

Movido a energia solar, tem sensores de pesagem, sistema de identificação de brincos, unidade de processamento e antena para envio dos dados. “O produto fica conectado com a sede da fazenda, que se liga à nuvem. O algoritmo faz a curva diária de ganho de peso do animal e do rebanho”, destaca Paulo Rocca, vice-presidente da Bosch Soluções Integradas Brasil.

O desenvolvimento da tecnologia foi quase todo feito no país, com suporte da matriz na Alemanha. A unidade de negócios que gira em torno da plataforma tem 20 pessoas e outros 20 pecuaristas como clientes. “O Brasil tem proporções gigantescas, com produtores de várias características. O desafio é pôr essa tecnologia no campo de forma massificada e capilarizada”, ressalta Rocca.

O monitoramento do peso individual e diário do rebanho é apenas uma das informações coletadas nas soluções propostas pela spin-off @Tech, de Piracicaba (SP), que tem apoio da FAPESP por meio do programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe). Segundo o veteri-



Com 238 milhões de cabeças de gado, o Brasil é dono do maior rebanho comercial do mundo

Tecnologias criadas no país despertam interesse em pecuaristas do exterior

nário Tiago Albertini, diretor da @Tech, a empresa já colocou dois produtos no mercado, o BeefTrader e 3DBeef, e tem outros oito em desenvolvimento.

O BeefTrader combina as informações dos animais com dados da indústria, identificando o momento ideal para que o produtor realize a venda, enquanto o 3DBeef, dotado de câmeras inteligentes que escaneiam o boi, mede a curva de acabamento de gordura do animal, também em tempo real. “A indústria não compra só peso, mas uma gordura de acabamento adequada sobre a carcaça. O frigorífico paga menos se a carcaça não estiver com a gordura correta”, diz Albertini. “Com a nossa plataforma, temos aumentado em até 25% a margem de lucro do produtor.”

O Brasil é dono do maior rebanho bovino comercial do mundo, com 238 milhões de animais, seguido pelos Estados Unidos (94,7 milhões), China (90 milhões), União Europeia (87,5 milhões) e Argentina (53,8 milhões), conforme dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos.

De acordo com especialistas ouvidos pela reportagem, pecuaristas do exterior já demonstraram interesse pelas tecnologias de pesagem criadas no Brasil. Nesses países, a aferição do peso normalmente é feita com balanças convencionais.

Para o pesquisador Alberto Bernardi, da Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos (SP), a introdução de novas tecnologias no meio rural é positiva, mas é preciso atentar para as diferenças existentes na pecuária nacional. Segundo ele, convivem no campo produtores profissionais modernos, focados no mercado externo, com pecuaristas tradicionais, que gerem precariamente a propriedade. “É necessário melhorar a profissionalização no sistema de produção de carne. Quem não se atualizar e mudar a forma de trabalhar vai estar cada vez mais fora do mercado”, ressalta Bernardi.

Ao mesmo tempo, o especialista alerta que não basta coletar informações sobre o peso do gado: é preciso saber usá-las corretamente. “Se o produtor não interpretar os dados coletados, não estará fazendo pecuária de precisão”, diz o pesquisador. Para Bernardi, cada vez mais aspectos relacionados ao bem-estar animal e às questões ambientais devem ser levados em conta pelos agropecuaristas. ■

Projeto


BeefTrader: Plataforma de inteligência de informações de mercado para maximização do lucro de produtores e da indústria frigorífica (nº 15/07855-7); Modalidade Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); Pesquisador responsável Tiago Zanett Albertini (@Tech); Investimento R\$ 157.034,01.

HUMANIDADES POLÍTICAS PÚBLICAS ▲

ENERGIA INSUSTENTÁVEL

Para além do investimento financeiro, estudiosos veem no alto custo social e ambiental empecilho para expansão hidrelétrica na Amazônia

Domingos Zapparoli



Operário trabalha na construção de casa de força da hidrelétrica de Belo Monte, em Altamira (PA), em 2013

A Bacia Amazônica, que em território brasileiro ocupa 3,8 milhões de quilômetros quadrados em sete estados e responde por mais de 60% de toda a disponibilidade hídrica do país, é considerada a área com maior potencial para a expansão da geração hidrelétrica no Plano Nacional de Energia (PNE) elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia. Estudos recentes sobre os impactos socioambientais da construção de hidrelétricas na região e a capacidade de essas usinas gerarem os resultados pretendidos ao longo de sua vida útil, porém, sugerem cautela.

“As hidrelétricas amazônicas só são economicamente competitivas com outras fontes de energia se não são computados os custos sociais e ambientais, os custos de sua eventual remoção, se o cálculo é feito com base no custo da energia instalada e não na energia efetivamente produzida, e se não são considerados os custos de uma justa compensação, que são transferidos para a sociedade”, afirma Emilio Moran, professor de antropologia, geografia e ciências ambientais na Universidade Estadual de Michigan (MSU), nos Estados Unidos, e na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Moran coordenou equipe multidisciplinar formada por professores e pesquisadores das áreas da saúde, geografia, an-



Cotidiano fluvial: botijão de gás é transportado em barco; mãe e filha lavam roupas no rio



tropologia, economia agrícola e ambiental da Unicamp, da MSU, das universidades federais do Pará (UFPA), Rio Grande do Sul (UFRGS) e Santa Catarina (UFSC), e da suíça St. Gallen. Eles foram a campo no sudoeste do Pará com o objetivo de avaliar os impactos socioambientais gerados pela construção da usina hidrelétrica de Belo Monte, no rio Xingu. Os resultados foram divulgados no final de agosto, em evento realizado em São Paulo.

A pesquisa constatou que a usina hidrelétrica gerou danos para a biodiversidade pesqueira local e para a população de Altamira e Vitória do Xingu, cidades paraenses vizinhas à obra. Aumento do custo de vida, queda na renda de ribeirinhos e agricultores familiares, diminuição da pesca, piora em indicadores de saúde, saneamento deficitário e aumento da violência são alguns dos danos observados. “O que ocorreu em Belo Monte era previsível, já havia ocorrido antes em outros projetos hidrelétricos. Só demonstra que o Estado continua permitindo os mesmos erros que cometia há 40 anos”, diz Moran, referindo-se aos impactos socioambientais registrados nos anos 1970 e 1980 na construção das usinas hidrelétricas de Tucuruí, no rio Tocantins, e Balbina, no rio Uatumã, afluente do Amazonas, e não devidamente considerados na construção de Belo Monte.

O Plano Nacional de Energia foi lançado em 2006 e recebeu sua atualização mais recente em 2018. Contém previsões de consumo e o mapeamento de oportunidades de expansão da ofer-

ta energética até 2050. Segundo o documento, dependendo da expansão econômica do país, a demanda por energia deverá crescer a um ritmo de 1,4% a 2,2% ao ano, no período. O potencial hidrelétrico brasileiro foi calculado em 176 mil megawatts (MW). Destes, 108 mil MW já estão disponíveis ou sendo providenciados em outras construções. Entre os demais 68 mil MW inventariados, 52 mil MW correspondem a projetos que envolvem a construção de usinas de médio e grande porte. Desse total, 64%, ou 33 mil MW, são previstos na Bacia Amazônica.

Conhecedor da região Amazônica, onde trabalha desde 1978 como pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), e convidado do evento, o biólogo norte-americano Philip Martin Fearnside, um dos ganhadores do Prêmio Nobel da Paz em 2007 como membro do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), diz que o potencial hidrelétrico da Bacia Amazônica está superdimensionado e que os investimentos não trarão os resultados esperados. “Não estão considerando, por exemplo, os efeitos do aquecimento global que reduz as precipitações pluviométricas e consequentemente o fluxo de água nos rios”, alega.

Fearnside cita um estudo realizado em 2015 pela Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE), do governo federal, intitulado “Brasil 2040”, no qual são projetadas as consequências do aquecimento global para o clima do país. Para a região Amazônica, a projeção indica diminuição substancial das chuvas refletindo no volume de água dos rios e na capacidade de geração de hidreletricidade.

Os impactos deverão ser diferentes para cada bacia hídrica. Nos cenários projetados, a capacidade de geração em Belo Monte, por exemplo, poderá ser reduzida entre 20% e 55%.

A hidreletricidade é tida pela indústria do setor e por alguns especialistas como uma forma limpa de energia por não utilizar fontes fósseis como combustível. Fearnside considera essa percepção equivocada, principalmente em relação às hidrelétricas instaladas em regiões de floresta. “Há emissão de gases de efeito estufa em quantidades substanciais”, afirma. Estudos realizados pelo cientista indicam que os primeiros anos de atividade de uma hidrelétrica concentram grande emissão de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). Segundo ele, o tempo que uma hidrelétrica leva para gerar benefícios, reduzindo a emissão de gases de efeito estufa, é medido em décadas e varia de acordo com a localização, o tamanho e o perfil da área ocupada pela barragem. Em Belo Monte, com a primeira barragem planejada rio acima, o pesquisador estima que pode demorar 40 anos.

DEPENDÊNCIA DO RIO XINGU

O complexo hidrelétrico de Belo Monte é formado por duas casas de força, ou seja, são duas usinas, que somam 24 turbinas, totalizando uma capacidade instalada de 11,2 mil MW, que deverá ser alcançada no último trimestre deste ano com a entrada em funcionamento das quatro últimas turbinas. Com isso, a hidrelétrica passará a ocupar o posto de terceira maior do mundo em capacidade instalada. Mas não em produção efetiva. Em Belo Monte, a oferta de energia firme, aquela que pode ser assegurada, limita-se a 4,4 mil MW em média. A produção efetiva depende da vazão do rio Xingu. Nos meses de seca na região, entre junho e outubro, sua capacidade de geração é bastante reduzida.

Belo Monte é uma usina a fio d’água, ou seja, seu reservatório foi projetado para permitir uma regularização do fluxo de água para poucos dias de operação e não para todo o período seco. Por isso, seu reservatório é quase três vezes menor do que o necessário em uma usina tradicional. Mesmo assim, soma 478 km² em duas represas interligadas por um canal de derivação com 20 km de extensão.

Em janeiro de 2011, quando as obras em Belo Monte foram iniciadas, a hidrelétrica foi orçada em R\$ 16 bilhões. Em julho último, o Ministério de Minas e Energia estimou em R\$ 42 bilhões seu custo total. A usina pertence a Norte Energia S.A., que tem a estatal Eletrobras como principal acionista, detentora de 49,98% das ações. Os investimentos – na ordem de 80% – tiveram financiamento do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Miquéias Calvi, professor da Faculdade de Engenharia Florestal da UFPA, é morador de Altamira há 30 anos. Acompanhou de perto todo o processo de comunicação promovido pelo governo federal e o grupo Norte Energia para o convencimento da população local. Ele relata que foi estabelecida uma narrativa muito convincente de como a usina seria a condutora do desenvolvimento regional, com geração de emprego, renda para o produtor rural e para os comerciantes locais, além de melhorias na oferta de serviços públicos de saúde, saneamento, distribuição de água potável, segurança e moradia. “Conquistaram um apoio grande à obra, que hoje quase não existe mais”, afirma.

Emilio Moran resume a percepção atual da população local em uma frase, repetida inúmeras vezes aos pesquisadores envolvidos no projeto sobre os impactos socioambientais de Belo Monte: “Bom para o Brasil, péssimo para nós”. Os resultados do estudo apresentam as razões da mudança da opinião pública. Antes de Belo Monte, a cidade de Altamira abrigava 75 mil moradores. Dois anos depois do início das obras, já eram quase 150 mil. A construção da usina chegou a gerar 50 mil empregos diretos e indiretos, contingente que foi diminuindo à medida que etapas da obra foram vencidas. Em 2018 a população estimada era de 113 mil habitantes.

Impactos sociais de Belo Monte



Reassentamento de 22 mil pessoas, muitas delas ribeirinhas que tiveram de mudar seu modo de vida



Mudança demográfica abrupta, com a chegada de 50 mil trabalhadores. Muitos já foram embora



Aumento do custo de vida nas cidades próximas à obra



Altamira se tornou a cidade mais violenta do Brasil em 2015, com uma taxa de **124,6 homicídios para cada 100 mil habitantes**



Problemas de saúde como o crescimento de registros de sífilis na gravidez, suicídios e acidentes de trânsito



60% dos agricultores familiares abandonaram suas lavouras por falta de mão de obra e aumento dos custos de produção



Pescadores perderam renda devido à redução da disponibilidade de peixes

Belo Monte será a terceira maior do mundo em capacidade instalada, mas não em produção efetiva

A movimentação demográfica teve consequências, inclusive na saúde da população. Márcia Grisotti, chefe do Departamento de Sociologia e Ciência Política da UFSC, estuda os impactos de Belo Monte e destaca o aumento dos registros de sífilis em gestantes da cidade de Altamira, que passou de um caso para cada mil crianças nascidas em 2010 para 15 casos, em 2015. A violência aumentou. Em 2015, a cidade conquistou o indesejável título de a mais violenta do Brasil. Segundo dados do Ministério da Saúde, foram 124,6 homicídios para cada 100 mil habitantes. Cinco anos antes, a taxa era de 60,9 homicídios para cada 100 mil habitantes. Também houve crescimento no número de suicídios e de mortes por acidente de trânsito. “As medidas compensatórias relacionadas à saúde se restringiram à instalação de equipamentos médicos e sanitários, sem acompanhamento dos indicadores nem definição de uma estratégia para mitigar problemas que poderiam ter sido evitados”, diz Grisotti.

A construção da barragem de Belo Monte e as mudanças no nível de água do Xingu exigiram o deslocamento de 22 mil pessoas que viviam às margens do rio. Essa população foi realocada

em cinco Reassentamentos Urbanos Coletivos (RUCs) na periferia de Altamira. Não sem problemas, observa o professor do curso de desenvolvimento regional da UFRGS Guillaume Leturcq. “Pessoas que obtinham sua subsistência do Xingu foram assentadas em vilas distantes a 3 ou 4 quilômetros do rio”, conta. “Não lhes foi oferecida a oportunidade de transferência para localidades onde poderiam manter seu modo de vida.” Muitas das novas casas já foram abandonadas ou vendidas.

O adensamento populacional gerou problemas sanitários. Até 2012, o abastecimento de água de 86% da população era feito por intermédio de poços e o esgoto de 90% das casas era destinado para fossas sépticas. De acordo com Cristina Gauthier, da MSU, a Norte Energia melhorou a infraestrutura de saneamento de Altamira, mas não o suficiente para o crescimento populacional que a cidade enfrentou. Resultado: o uso de poços e fossas segue sendo comum no lugar. “Com o adensamento geográfico, o número de poços e fossas é maior do que antes da construção da usina. Um número maior de fossas impacta a qualidade de água subterrânea do lugar”, diz Gauthier. Em amostra realizada em 30 casas, a pesquisadora constatou que apenas seis poços possuíam água sem contaminantes fecais na época da seca e sete no período chuvoso. Procurada, a Norte Energia não comentou os resultados das pesquisas.

Nem mesmo ribeirinhos que vivem em áreas mais distantes da usina e não precisaram aban-

Alternativas para a geração elétrica

O Brasil possui o segundo maior parque gerador hidrelétrico do mundo – atrás apenas da China –, com uma capacidade instalada de 94,7 mil megawatts (MW), que atende a 60% de sua necessidade, de acordo com dados de 2018 da Empresa de Pesquisa Energética (EPE). O país foi um dos pioneiros a apostar na força das águas para gerar eletricidade. As primeiras hidrelétricas nacionais datam do final dos anos 1880 em Minas Gerais. Em São Paulo, a usina Henry Borden, inaugurada em 1926, foi fundamental no fornecimento de energia para a industrialização do estado. A engenharia brasileira

ganhou expertise na construção dessas obras e nos anos 1980 colocou de pé a hidrelétrica de Itaipu, a maior do mundo até ser superada pela chinesa Três Gargantas, em 2003.

Hoje, diante dos custos financeiro, ambiental e social, Emilio Moran defende a necessidade de o país privilegiar fontes como a eólica e a fotovoltaica. “A expansão hidrelétrica não é mais sustentável”, afirma. “Mas o país tem potencial, ainda pouco explorado, de aproveitamento do sol e do vento.” Moran também alerta para os riscos de o país não se preparar para absorver os impactos das mudanças climáticas. A redução

da disponibilidade de água para abastecer as usinas faz com que gestores de hidrelétricas internacionais modifiquem a infraestrutura produtiva. “Uma solução é rebaixar as turbinas, adaptando-as para fluxos de água mais baixos”, diz. É o que foi feito na usina Hoover, no rio Colorado, nos Estados Unidos. Outra solução é dotar os reservatórios de placas fotovoltaicas flutuantes, que aproveitam toda a estrutura de distribuição de energia já existente. É o que se está testando na Usina de Sobradinho, no rio São Francisco, e em larga escala na China.

Removido da casa onde vivia por causa da construção da hidrelétrica, morador desmancha palafita em área próxima ao igarapé Altamira



3

donar suas casas ficaram imunes. Moradores da comunidade a jusante de Vila Nova, que soma 156 famílias, relatam que hoje precisam de seis dias para obter a mesma quantidade de peixes que antes pescavam em dois. Além disso, os peixes são menores e há dificuldade em comercializá-los. “Em Altamira é possível comprar peixes de outras regiões do Pará e de Santa Catarina. Apenas um supermercado vendia peixe local em 2015”, diz Miquéias Calvi.

Calvi investigou os impactos de Belo Monte na produção rural na região de Altamira. “A promessa era de que o aumento da população e da demanda por alimentos iria beneficiar o produtor local”, observa. No entanto, três anos após o início da obra, 60% dos agricultores familiares haviam abandonado suas lavouras temporárias. Os cultivos de arroz, feijão, milho e mandioca caíram de 40 mil hectares em 2011 para 20 mil hectares em 2017.

Emilio Moran acredita que muitos dos problemas constatados na pesquisa poderiam ter sido evitados se o licenciamento da usina tivesse sido precedido de um adequado Estudo de Impacto Ambiental e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA). Para isso, e como determina a legislação brasileira, seria necessário estudar antecipadamente a região, em seus aspectos físicos e humanos, e ouvir as comunidades locais. Órgãos públicos como o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (Ibama), avalia Moran, também deveriam ter “capacidade e vontade política” para negar licenças, se constatado que determinado empreendimento não atende as obrigações da legislação brasileira e as recomendações do rela-

tório de impacto social e ambiental. “Isso nunca ocorre no Brasil”, lamenta. “Os estudos são feitos, mas as obras começam sem a resolução dos problemas apontados nos estudos.”

O físico José Goldemberg, do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEA-USP) e ex-secretário nacional do Meio Ambiente e de Ciência e Tecnologia, concorda apenas parcialmente com as críticas. Segundo ele, muitos dos impactos socioambientais de Belo Monte poderiam, de fato, ter sido evitados e a empresa deveria ser responsabilizada pelos danos gerados. No entanto, Belo Monte, pondera, não pode ser julgada apenas pelos danos sociais, mas também pelos benefícios gerados para o abastecimento energético de todo o país.

Em sua opinião, as hidrelétricas na Bacia Amazônica devem ser avaliadas caso a caso, levando em consideração sua viabilidade diante dos custos de mitigar os impactos socioambientais e diante dos possíveis efeitos das mudanças climáticas, mas não devem ser descartadas *a priori*. “O Brasil precisa expandir sua produção de eletricidade e uma hidrelétrica, entre as opções que garantem geração firme, constitui alternativa melhor do que as usinas que utilizam combustíveis fósseis e do que as nucleares”, avalia. ■

Projeto

Processos sociais e ambientais que acompanham a construção da hidrelétrica de Belo Monte, Altamira, PA (nº 12/51465-0); **Modalidade** Programa São Paulo Excellence Chairs (SPEC); **Pesquisador responsável** Emilio Federico Moran (Unicamp); **Investimento** R\$ 1.268.685,34.

Os 22 artigos produzidos no âmbito da pesquisa estão disponíveis no link <http://bit.ly/SPEC1319>

No marco dos 180 anos de seu nascimento, pesquisa evidencia como o romancista passou de escritor deslocado a autor central na tradição literária brasileira

Christina Queiroz

REVISITANDO Machado de Assis

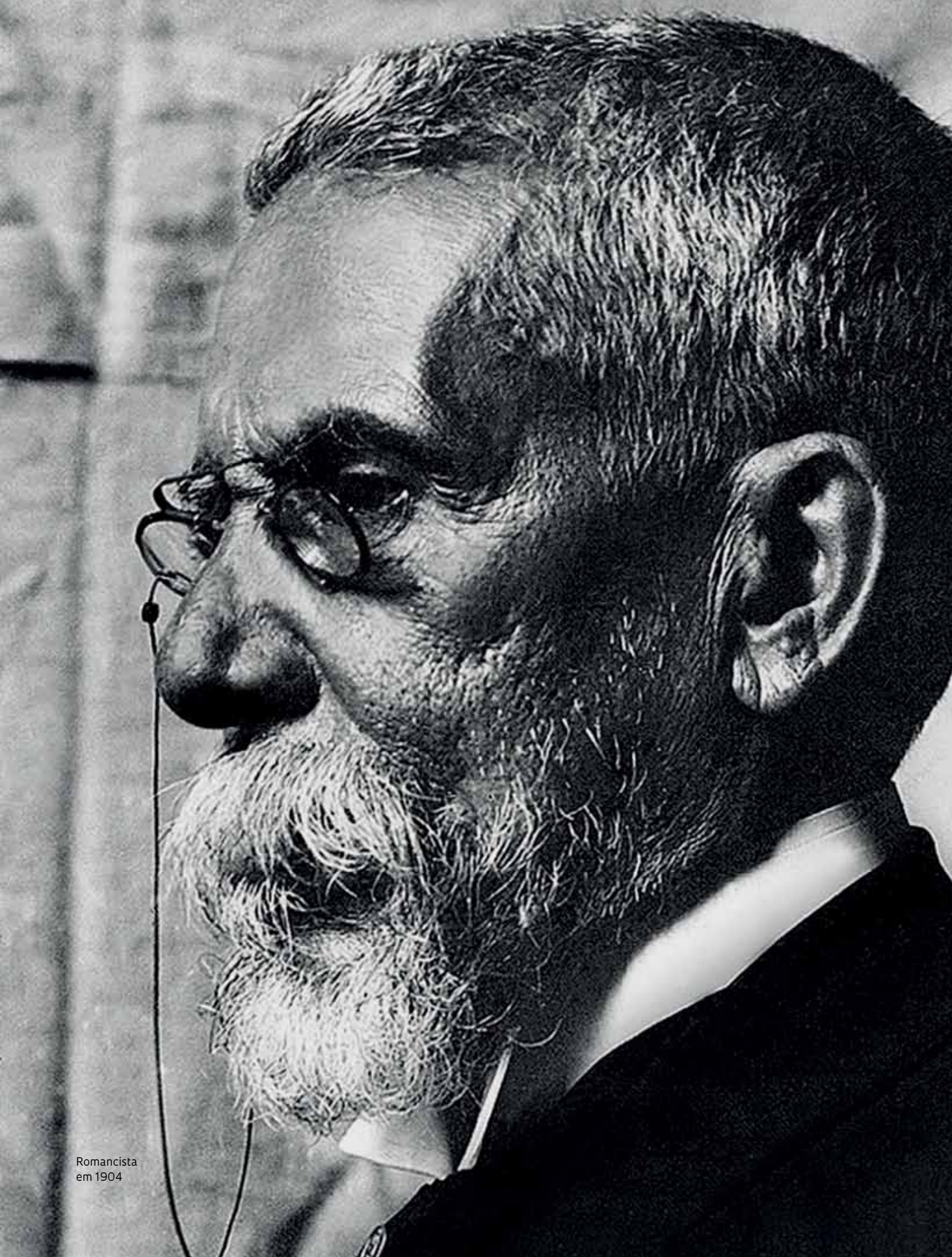
Todo poeta que se torna um clássico foi inicialmente considerado fonte de estranheza e singularidade, argumenta o crítico norte-americano Harold Bloom, no célebre livro *A angústia da influência – Uma teoria da poesia*, de 1973. Machado de Assis (1839-1908), que também foi poeta, parece se enquadrar bem nessa definição. Hoje considerado central na literatura brasileira, o autor carioca teve seu talento imediatamente reconhecido por seus contemporâneos que, no entanto, o classificaram como caso único, deslocado do meio literário local. Em pesquisa que analisou o processo de recepção da obra do escritor, Hélio de Seixas Guimarães, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP), identificou como somente a partir da década de 1950 ele foi incorporado por escritores e críticos à tradição moderna.

Guimarães explica que, entre meados do século XIX e o começo do XX, eram valorizados escritores brasileiros que traziam a chamada “cor local” em seus trabalhos, bem como autores realistas e naturalistas, empenhados em tratar de maneira direta a situação social, econô-

mica e política do país. Nesse sentido, Machado não se alinhava com seus contemporâneos, avalia Guimarães, “já que tratava de tudo isso, mas de outro modo, quase sempre mais profundo e sutil”. “Críticos da época afirmavam que ele era um escritor preocupado em analisar o que se passa no interior dos personagens, deixando de lado, por exemplo, descrições da natureza e dos costumes, como faziam outros escritores do período”, justifica. Críticos pioneiros como Silvio Romero (1851-1914), José Veríssimo (1857-1916) e Araripe Júnior (1848-1911) defendiam que Machado deveria ser analisado como caso isolado na literatura local e, por causa do humorismo presente em seus romances, aproximava-se mais da tradição britânica. “Em suas histórias da literatura brasileira, Romero citou Machado em notas de rodapé, enquanto Veríssimo tratou de sua obra em um capítulo isolado, apartado dos estudos sobre outros autores do mesmo período”, conta o pesquisador.

O reconhecimento do talento de Machado, aliado à dificuldade de aproximá-lo das características que marcaram a literatura brasileira nos primeiros anos do século XX, foi acompanhado da ideia

de que era um escritor acadêmico, sintonizado com valores tradicionais e pouco preocupado em refletir sobre a identidade nacional. Também por esse motivo, autores modernistas, como Mário de Andrade (1893-1945), Carlos Drummond de Andrade (1902-1987) e Monteiro Lobato (1882-1948), desenvolveram análises ambivalentes sobre sua obra. “Para eles, Machado era uma figura difícil de engolir. Mário de Andrade, por exemplo, registrou que o admirava, porém não o amava”, relata o pesquisador. Como lembra a crítica literária Ieda Lebensztayn, escritores modernistas procuravam abrir novos caminhos à literatura nacional, posicionando-se contra tendências precedentes. Nesse contexto, Machado, criador da Academia Brasileira de Letras (ABL) em 1897, era considerado uma influência negativa, na medida em que não combatia movimentos anteriores, “tendo vivido como um funcionário burguês acomodado”, nas palavras de Mário de Andrade. “Mário demonstrou ressalvas ao fato de Machado não assumir sua origem mestiça e preferir fazer-se inglês. Ao mesmo tempo, admirava sua dedicação à arte e o potencial crítico”, destaca Lebensztayn.



Romancista
em 1904



Caixão com o corpo de Machado de Assis deixa a Academia Brasileira de Letras carregado por escritores, em 1908

Já Monteiro Lobato, segundo a crítica e pesquisadora de literatura brasileira, ao analisar as decorrências artísticas da trajetória social de Machado, afirmava que a origem humilde e o processo de ascensão lhe possibilitaram ter a intuição perfeita de como escrever sobre a estratificação social do país. Porém, ao mesmo tempo, na vida prática também o motivaram a cultivar seu próprio gregarismo, tendo-o levado, por exemplo, a fundar a ABL, espaço restrito a uma elite intelectual. Lebensztayn é coorganizadora, com Guimarães, de livro que mostra as reações de 34 escritores à obra e à figura de Machado, entre 1908 e 1939. “Cada ficcionista tem nele um modelo com elementos dos quais se aproximar ou se distanciar, na construção de suas próprias identidades”, explica a pesquisadora.

Ainda sobre os escritores modernistas, Guimarães relata que Drummond é exemplar para evidenciar o desenvolvimento da relação desses autores com Machado. “Reuni os textos em que o poeta, no decorrer de seis décadas, lida com a figura um tanto incômoda de Machado, que ele repudiava na juventude, mas passou a amar plenamente na maturidade”, conta o pesquisador, que estuda especificamente o caso do poeta mineiro no

livro *Amor nenhum dispensa uma gota de ácido – Escritos de Carlos Drummond de Andrade sobre Machado de Assis* (Três estrelas, 2019). Nesse sentido, ele lembra que em 1958 Drummond dedica ao antecessor o poema “A um bruxo, com amor”, considerado uma das homenagens mais significativas de um escritor a outro na literatura brasileira. “Ao escrever esse poema, Drummond parece incorporar Machado plenamente em sua própria poesia”, observa.

Também no final dos anos 1950, o poeta liderou uma campanha contra o projeto da ABL de construir um mausoléu, para onde seriam transferidos os restos mortais de Machado, então enterrados em cemitério no Rio de Janeiro. “Drummond defendia que isso representaria uma espécie de retorno àquele lugar antigo que Machado ocupou nas décadas seguintes depois de sua morte, quando o associavam a um escritor acadêmico e estranho ao ambiente literário local”, destaca.

ATUAÇÃO EM PERIÓDICOS

Como parte desse processo de revisitação de seu percurso literário, novas facetas de Machado também têm sido reveladas a partir da análise de textos que foram considerados de menor importância, até meados dos anos 2000. Nesse caminho, em duas

obras publicadas em setembro resultantes da pesquisa *A colaboração de Machado de Assis na Semana Ilustrada*, Silvia Maria Azevedo, da Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista (FCL-Unesp), *campus* de Assis, reuniu e identificou a autoria de crônicas que ele publicou na revista entre 1869 e 1876, com o pseudônimo de “Dr. Semana”. “Até então, se pensava que o Dr. Semana era um pseudônimo coletivo e apenas alguns textos haviam sido atribuídos a Machado. Diferentemente dessa interpretação, constatei que todo o conjunto é de sua autoria”, informa.

De acordo com Azevedo, a identificação foi possível a partir da análise de recursos estilísticos utilizados por Machado, também presentes nas crônicas do Dr. Semana. Um deles, a “crítica às avessas”, segundo a qual o autor elogiava determinadas referências literárias consideradas de baixa qualidade. “Essa prática de dizer ao contrário, valendo-se de tom irônico, é própria de Machado”, relata, mencionando as frequentes citações dos dramaturgos William Shakespeare (1564-1616) e Jean-Baptiste Poquelin, o Molière (1622-1673), como alguns dos outros elementos que permitem comprovar a autoria das crônicas. Em sintonia com as análises propostas por Guimarães, Azevedo

Os Correios lançaram selo em memória do escritor, em 1958

indica que as crônicas revelam o envolvimento de Machado com questões de seu tempo. “Elas comprovam que as críticas dos seus contemporâneos sobre sua suposta indiferença à realidade política e social do Brasil eram infundadas”, defende.

Lúcia Granja, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (Ibilce) da Unesp, campus de São José do Rio Preto, afirma que assuntos abordados pelo escritor nas crônicas publicadas em periódicos foram mais tarde recriados em sua obra ficcional. Como resultado de sua tese de livre-docência, Granja editou, no ano passado, *Machado de Assis – Antes do livro, o jornal: Suporte, mídia e ficção*, obra em que analisa o diálogo entre os textos publicados em periódicos e a ficção machadiana. “A revalorização de gêneros que ficaram abafados pelos romances revela aspectos desconhecidos de sua trajetória como escritor. Cinco de seus nove romances foram publicados de forma seriada em periódicos, antes de sair em livros, mesmo caso de quase todos os seus cerca de 200 contos”, diz.

CONSAGRAÇÃO OFICIAL

A mudança de escritor deslocado do meio literário nacional para autor central na tradição moderna encontrou seu ponto de virada em 1939, quando o então presidente da República Getúlio Vargas (1882-1954) decretou a realização de celebrações para marcar o centenário do nascimento de Machado de Assis, em ações desenvolvidas no âmbito da Biblioteca Nacional, do Instituto Nacional do Livro e do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. As iniciativas envolveram a publicação de edições comemorativas, a organização de uma exposição e até a emissão de moedas e selos. “Foi o primeiro grande caso de consagração literária no Brasil a mobilizar grande aparato oficial e editorial. Machado foi tomado pelo Estado Novo [1937-1945] como escritor e homem exemplar, que fomentou o desenvolvimento de uma narrativa centrada na trajetória do menino pobre que nasceu no Morro do Livramento e ascendeu até a Academia Brasileira de Letras”, conta Hélio Guimarães. Na mesma época, críticos como



Em atestado de óbito, romancista é classificado como branco

Augusto Meyer (1902-1970) e Lúcia Miguel Pereira (1901-1959) começaram a encaixá-lo na tradição literária internacional e nacional, movimento que se consolida na década de 1950, quando Antonio Candido (1918-2017) publica *Formação da literatura brasileira* (Livraria Martins Editora, 1959).

O pesquisador da USP lembra, ainda, que nos 30 anos que se seguiram à morte do romancista, houve um silenciamento em relação ao fato de ele ser negro. “Em carta a José Veríssimo, Joaquim Nabuco [1849-1910] diz ver nele somente o grego”, conta, lembrando que no atestado de óbito o romancista é classificado como “branco”. Essa situação começou a mudar com uma biografia escrita por Lúcia Miguel Pereira na década de 1930, que considera a negritude de Machado como ponto positivo e fundador de sua capacidade de enxergar a sociedade brasileira de ângulos diversos. “Hoje, Machado é reivindicado e apresentado como autor negro, evidenciando como discussões atuais do país continuam a se

projetar sobre ele também a partir da perspectiva biográfica.”

Ainda como parte dos resultados da pesquisa, em livro a ser publicado este ano, Guimarães abordará o processo de consagração de Machado depois de 1939, período em que a internacionalização de sua obra ganha impulso, com as primeiras versões dos romances para o inglês. Na esteira desse processo, em 1953 Helen Caldwell (1904-1987), professora da Universidade da Califórnia, traduziu *Dom Casmurro* e produziu um estudo crítico sobre o romance de 1899. “Caldwell desafiou a autoridade do narrador e questionou sua versão sobre o casamento de Capitu, uma das personagens, mudando o rumo da leitura que era feita sobre o livro”, explica Guimarães. Segundo ele, essa visão teve impacto nas interpretações de críticos brasileiros, que a partir da década de 1970 mostraram que os romances de Machado contêm críticas à formação social brasileira. Guimarães afirma que, hoje, no marco dos 180 anos de seu nascimento, essas leituras são centrais para compreender o autor. ■

Projeto

Tradutores, traduções e edições da obra de Machado de Assis em inglês – Helen Caldwell e a University of California Press (nº 19/00643-5); Modalidade Bolsa de Pesquisa no Exterior; Pesquisador responsável Hélio de Seixas Guimarães (USP); Local de pesquisa Universidade da Califórnia em Santa Bárbara; Investimento R\$ 18.924,42.

Livros

GUIMARÃES, H. S. e LEBENSZTAYN, I. (orgs.). *Escritor por escritor, Machado de Assis segundo seus pares 1908-1939*. São Paulo: Imprensa Oficial, 2019.
AZEVEDO, S. M. *Machado de Assis - Badaladas Dr. Semana*. São Paulo: Nankin Editorial, 2019.

Os demais livros consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.

MEMÓRIA

PRIMEIROS VOOS

Militar alagoano construiu dois modelos
de avião nacionais que voaram em 1917
e 1918 no Rio de Janeiro

Carlos Fioravanti



Em 19 de julho deste ano, em uma cerimônia no Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), em São José dos Campos, interior paulista, o físico Thyrso Villela Neto, pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), recebeu a medalha Mérito Santos-Dumont, concedida a quem tenha prestado serviços relevantes à Aeronáutica. Era uma homenagem póstuma a seu bisavô, Marcos Evangelista da Costa Villela Júnior (1875-1965), o primeiro general aviador do Exército e o primeiro militar a chegar ao posto de brigadeiro da Aeronáutica. Inicialmente autofinanciado e depois com o apoio do Exército, Villela Júnior construiu dois aviões, o Aribu, que voou em 1917, e o Alagoas, em 1918.

“Foram os primeiros aviões militares construídos no Brasil”, afirma o tenente da reserva e historiador Mauro Vicente Sales, professor da rede municipal e estadual do Rio de Janeiro. Os dois aparelhos mostraram a viabilidade da construção de aeronaves no Brasil e fortaleceram

a ideia de criação da Aeronáutica, formalmente estabelecida em 1941.

Nascido em uma vila do município alagoano de Pão de Açúcar, atualmente com cerca de 25 mil moradores, o então tenente Villela gostava de montar aviões franceses na fábrica de cartuchos e artefatos de guerra do Exército, no bairro do Realengo, no Rio de Janeiro. Não era o único empolgado com as façanhas do mineiro Alberto Santos-Dumont (1873-1932), que construiu seus próprios aviões em Paris (*ver Pesquisa FAPESP nº 124*).

Em 1910, em Osasco, então um bairro da capital paulista, voou o São Paulo, projetado e construído pelo industrial espanhol naturalizado brasileiro Dimitri Sensaud de Lavaud (1882-1947) e pelo mecânico italiano Lourenço de Pellegatti (1891-1976), com base no aeroplano francês Blériot, com um motor também francês. Em 1914, o paulista Eduardo Pacheco Chaves (1887-1975), em um avião Blériot, fez em seis horas e meia o primeiro voo sem escalas entre as cidades de São Paulo e Rio. Foram iniciativas isoladas e independentes,

diferentemente da do militar Villela Júnior.

Em 1912, o tenente apresentou o projeto de seu próprio avião ao ministro da Guerra, Vespasiano Gonçalves de Albuquerque e Silva (1852-1924), em busca de apoio financeiro. Não conseguiu – tampouco desistiu. Hipotecou a casa e começou a testar madeiras nacionais para fazer hélices em um terreno do Realengo. Em uma fábrica de Sapopemba, atual bairro de Deodoro, desenvolveu um tecido de algodão resistente para cobrir a fuselagem; o verniz que cobria o avião também foi uma fórmula dele. “Ele próprio fazia tudo”, conta o bisneto Villela Neto. Em seus primeiros trabalhos nessa área, ele reconstruiu um avião Blériot e instalou uma hélice que havia construído em um avião da Marinha usado em levantamentos fotográficos.

Sob o título “Um oficial brasileiro introduz profundas modificações no aeroplano, tornando-o um aparelho perfeitamente novo”, uma reportagem de 24 de julho de 1914 no jornal carioca *A Noite* descrevia suas

O Aribu, antes da decolagem. À esquerda, Marcos Villela Júnior; sentado no avião, Raul Vieira de Mello



inovações, entre elas o encurtamento e alongamento vertical da fuselagem – o corpo do avião –, no sentido vertical, para diminuir as oscilações e ganhar estabilidade, e o assento do piloto abaixo das asas, para ter visibilidade. A estrutura da asa, chamada longarina, era recurvada e um terço dela era articulado, para facilitar manobras e evitar derrapagens. Seu projeto abrigava três passageiros (piloto, observador e mecânico ou artilheiro), com depósitos laterais para munição de guerra.

Feito com madeira de ingarana (*Abarema jupunba*), o primeiro protótipo ganhou o nome de Aribu, corruptela de urubu, porque seu construtor dizia que observava o voo dessa ave quando era criança. Com 4,8 metros (m) de comprimento, 8,4 m de envergadura e 2,4 m de altura, abrigava um motor francês rotativo de 5 cilindros com 50 cavalos de potência.

O Aribu voou em 16 de abril de 1917 no campo de Santa Cruz, pilotado pelo tenente aviador Raul Vieira de Mello (1884-1936), que era também o desenhista técnico dos projetos. Com seu feito, Villela Júnior obteve o apoio do ministro da Guerra, agora o marechal José Caetano de Faria (1855-1936), ganhou acesso ao espaço e a equipamentos do Exército e construiu o Alagoas. Villela Neto estima que era um avião de dimensões maiores que o Aribu.



Já na reserva, como general, em 1929

Na manhã de 11 de novembro de 1918, ao mesmo tempo que na Europa se comemorava o fim da Primeira Guerra Mundial, o Alagoas fez três voos tranquilos – dois deles pilotados por Mello e um pelo próprio Villela Júnior – e atingiu 800 metros de altura no Campo dos Afonsos. Após o primeiro voo, o ministro da Guerra abraçou Mello e cumprimentou Villela, dizendo “que se sentia bem em ter constatado a solução do problema da aviação entre nós”, relatou o *Correio da Manhã* no dia seguinte. Em um comunicado interno, o ministro registrou “o completo êxito” do avião, “em cujo preparo entraram elementos nacionais, com exceção somente do motor”. Ainda hoje, os principais

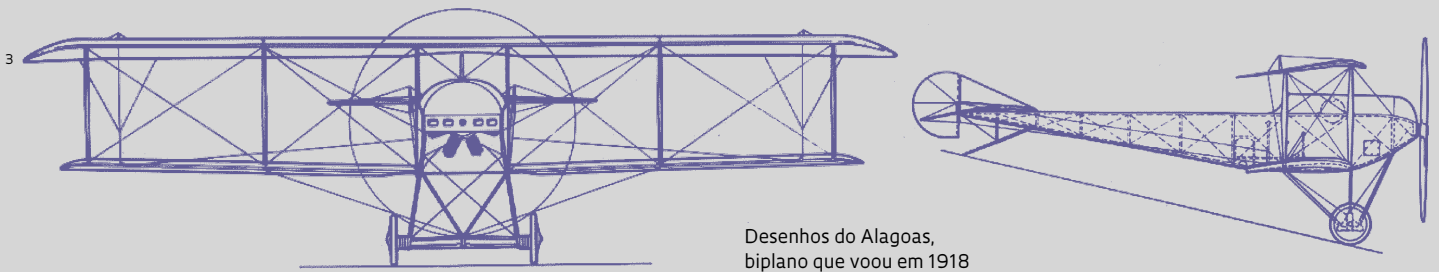
fabricantes de aeronaves, como Boeing, Airbus e Embraer, não fabricam motores e preferem comprá-los de fornecedores como as norte-americanas GE Aviation, uma subsidiária da General Electric, e Pratt & Whitney.

“O Alagoas foi o primeiro avião biplano [com uma asa sobre outra] construído no país”, comentou Villela Neto em um artigo na edição de julho-dezembro de 2017 da revista *Parcerias Estratégicas*. O voo do Alagoas fortaleceu a possibilidade de construir aviões no Brasil e de criar uma aviação independente, que viria a ser a Força Aérea, como Villela Júnior defendia desde 1916 em artigos publicados na revista *A Defesa Nacional*.

“O Exército incorporou os dois aviões, que foram úteis na instrução militar, realizada na Escola de Aviação Militar, fundada em 1919”, comenta Sales, que examinou o trabalho de Villela Júnior em um artigo de 2011 na *Revista Unifa*, da Universidade da Força Aérea. “Mas, apesar do apoio do Exército, não houve continuidade. O Brasil perdeu uma chance de ouro de fazer a industrialização aeronáutica decolar naquele momento, com o

Villela Júnior (fardado, primeiro à esq.), de costas para um Blériot e diante do Aribu (à dir.), prestes a voar





Desenhos do Alagoas, biplano que voou em 1918

brigadeiro Villela.” Segundo ele, o governo preferiu comprar aviões franceses e ingleses usados na Primeira Guerra Mundial, em vez de investir em um projeto brasileiro.

Com base em documentos e pesquisas históricas, o físico do Inpe descobriu que o Aribu se perdeu em um acidente. Em 1921, depois de Villela Júnior receber elogios dos coordenadores de uma missão francesa que ajudava o Exército, o Alagoas amanheceu queimado no hangar fechado em que tinha sido deixado, sem combustível. Por essa época, segundo sua biografia no livro *Canudos, memórias de um combatente*, ele construiu uma maquete de avião com um pequeno motor apenas para decolagem e aterrissagem,

com asas flexíveis, e um protótipo de hélice em espiral.

Villela Júnior passou para a reserva como general. Ele defendia a incorporação da aviação pelo Exército, reconhecida em 1927 como quinta arma (ramificação), ao lado da infantaria, artilharia, engenharia e cavalaria. Em 1941, com a criação da Aeronáutica, mesmo na reserva, foi promovido a brigadeiro do ar.

PRODUÇÃO EM SÉRIE

Em 1951, aos 76 anos, ele escreveu *Canudos, memórias de um combatente*, relatando sua participação na revolta no interior da Bahia (1896-1897). Ainda como sargento, Villela Júnior participou de duas expedições a Canudos – em uma delas foi gravemente ferido – e foi um dos operadores da matadeira, o canhão que bombardeou o povoado liderado pelo cearense Antônio Conselheiro (1830-1897). Em 1951, recebeu uma medalha por atos de bravura em Canudos e em 1958 a do mérito aeronáutico, no grau de grande oficial.

Depois de outras iniciativas isoladas, a fabricação de aviões em série no Brasil começou em 1934, como resultado do apoio do governo de Getúlio Vargas (1882-1954), do empenho do tenente-coronel do Exército alagoano Antônio Guedes Muniz (1900-1985) e do industrial carioca Henrique Lage (1881-1941). Um ano depois o primeiro deles, o M7, voou no Campo dos Afonsos, no Rio. A Companhia Nacional de Navegação Aérea (CNNA), de Lage, produziu 26 exemplares do M7 e 40 do M9, ambos projetados e supervisionados por Guedes Muniz.

Depois da Segunda Guerra Mundial, a possibilidade de outra vez importar aviões a baixo preço, dessa vez dos Estados Unidos, adiou novamente o desenvolvimento da indústria aeronáutica nacional. A retomada definitiva ocorreu apenas em 1969, com a criação da Embraer, que tinha por base engenheiros formados no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), fundado em 1950 em São José dos Campos (ver Pesquisa FAPESP nº 220). ■



O “método Zanini” e a pesquisa em arte

Ana Pato



Walter Zanini:
Vanguardas,
desmaterialização,
tecnologias na arte
 Eduardo de Jesus (org.)
 WMF Martins Fontes,
 336 páginas
 R\$ 50,00

Para quem se interessa pelo estudo da arte contemporânea, a obra de Walter Zanini (1925-2013) e sua atuação pioneira no Museu de Arte Contemporânea da Universidade de São Paulo (MAC-USP), que dirigiu entre 1963 e 1978, são fundamentais. Suas experiências inovadoras no museu se consolidaram nas curadorias que organizou para as bienais de São Paulo em 1981 e 1983. A vida profissional de Zanini foi marcada por intensa atividade como docente e articulador da pesquisa em arte no Brasil.

O livro *Walter Zanini: Vanguardas, desmaterialização, tecnologias na arte*, organizado por Eduardo de Jesus, da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Minas Gerais, parte de volume extenso de manuscritos, quase 800 páginas escritas por Zanini ao longo de 20 anos. Os textos reunidos mostram a trajetória de seu pensamento em torno da questão da tecnologia na arte, um estudo que se movimenta inicialmente pelo impacto causado pela imagem eletrônica. A pesquisa agora publicada foi aprofundada por Zanini, entre 1997 e 2005, com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). A publicação vem se reunir à coletânea *Walter Zanini: Escrituras críticas* (Annablume, 2013), organizada por Cristine Freire.

Em tempos de desvalorização da pesquisa acadêmica no país, causa um misto de satisfação e apreensão ler, na apresentação de Eduardo de Jesus, sobre a importância dos *Relatórios de pesquisa ano a ano* produzidos pelo teórico para o CNPq. Para Jesus, os relatórios foram peças-chave para se aproximar do processo de trabalho de Zanini. Se pudéssemos falar em “método Zanini”, escreve Jesus, seria “uma mistura de rigor conceitual e enorme esforço de investigação em revisões bibliográficas, visitas a exposições, artistas e acervos institucionais”.

Pode-se dizer que é mesmo um prazer encontrar nos textos essa prática permeada por visitas a exposições, o contato regular e direto com artistas e curadores e a leitura de revistas e textos produzidos pelo meio. A leitura do livro traz a vontade de fazer anotações para a preparação de aulas, as referências são generosas e trazem vasto material de estudo sobre a história da arte recente. Zanini buscou situar a imagem eletrôni-

ca nesse contexto, olhando de forma sistemática para as experiências dos artistas com os meios eletrônicos e as tecnologias de comunicação.

O livro está dividido em sete capítulos que estruturam sua pesquisa conceitual. O capítulo 1, “Da arte artesanal e mecânica à arte eletrônica”, começa no final do século XIX para discutir alguns movimentos das vanguardas históricas, como o Futurismo. No capítulo 2, a “Arte cinética”, destaca-se a análise que faz dos *environments* criados para exposições de arte cinética que demandavam construções de movimento mecânico e ambientes com luzes artificiais. Ainda que distante da complexidade conceitual e tecnológica das instalações, Zanini chama a atenção para os encadeamentos que contribuíram, em sua opinião, para a fundamentação da arte eletrônica.

O terceiro capítulo trata dos processos de desmaterialização da arte. Chama a atenção o olhar atento de Zanini para a influência de John Cage (1912-1992), quando era professor no Black Mountain College, na produção de alunos e colegas, como Robert Rauschenberg (1925-2008), Merce Cunningham (1919-2009) e Allan Kaprow (1927-2006). Difícil não lembrar da atuação do próprio Zanini no período em que transformou o museu universitário em laboratório para artistas e de exposições, como da Jovem Arte Contemporânea (JAC 1967-1974), realizadas em plena ditadura militar.

O quarto capítulo discute aspectos da contribuição do cinema de artista e experimental. O quinto e sexto capítulos são dedicados a analisar os primórdios da história do vídeo e as experiências de consolidação da videoarte, os artistas, as exposições e as instituições culturais. No último capítulo, “Arte e tecnologia no Brasil”, Zanini analisa pioneiros nessa pesquisa, como Abraham Palatnik, Waldemar Cordeiro (1925-1973), Geraldo de Barros (1923-1998), entre outros.

Se a proposição de Zanini era olhar para a tecnologia como “um dos vetores dos processos de desmaterialização”, a importância da publicação dessa obra está em trazer o debate sobre a tecnologia na arte para um contexto mais amplo, o da história da arte. Uma ótima leitura.

Ana Pato é curadora independente, com doutorado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP).

Til e as complexas relações sociais

Valeria De Marco



O idílio degradado:
Um estudo do
romance Til, de José
de Alencar
Paula Maciel Barbosa
Edusp
264 páginas
R\$ 33,60

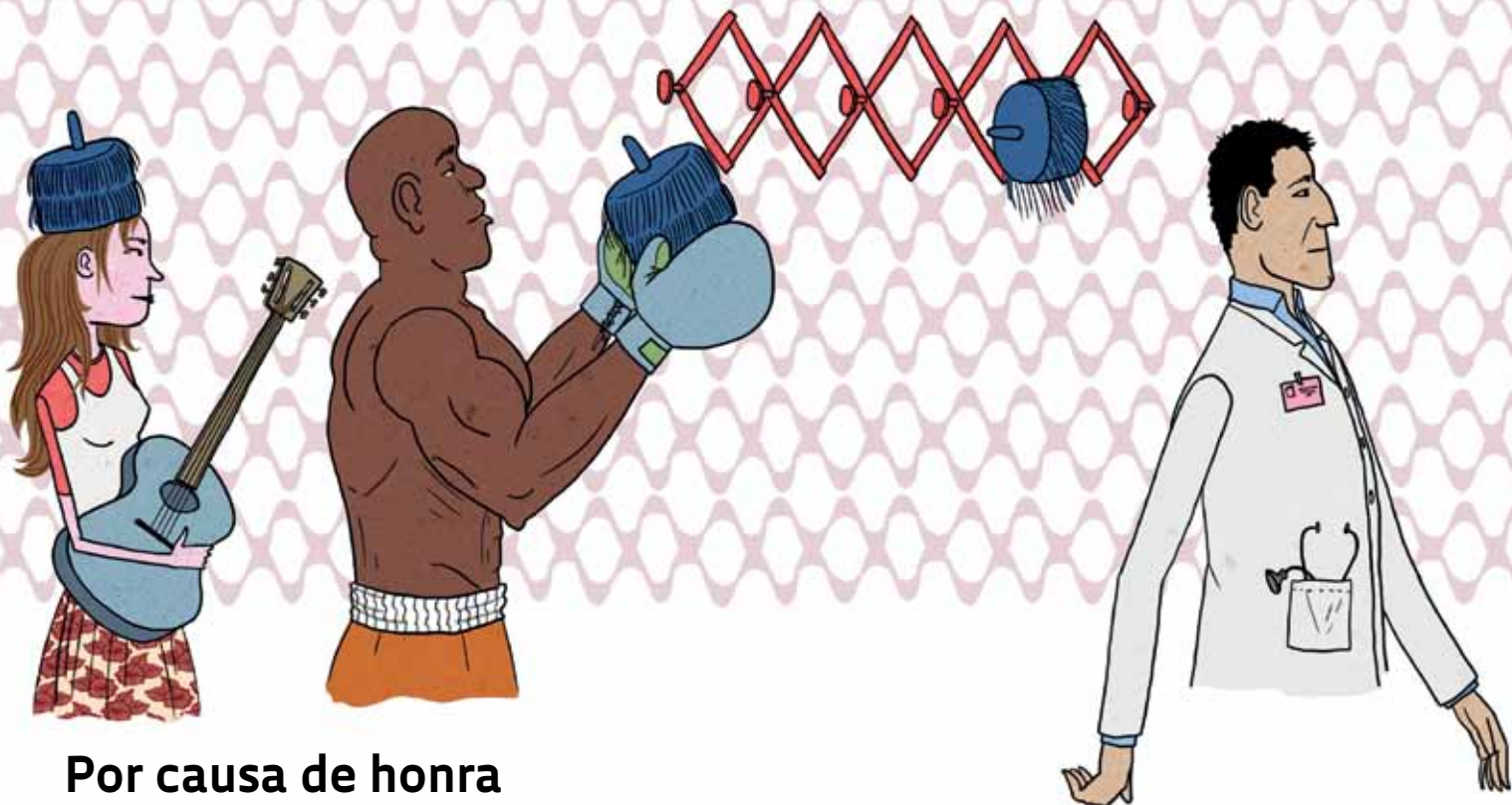
É bem provável que, ao ver este título, *O idílio degradado: Um estudo do romance Til*, alguns leitores se perguntem: como e por que escrever um livro sobre José de Alencar? Paula Maciel Barbosa oferece uma resposta consistente. Concentrou-se em *Til*, romance pouco lido e pouco comentado pela crítica, e realizou uma escavação sistemática para seguir suas raízes, tanto as visíveis como as profundas. Escolheu uma forma de exposição que combina uma direção do mais geral ao mais singular a um movimento semelhante ao da dobradiça para comentar as relações entre os elementos de composição da obra e os diversos contextos por eles mobilizados. Assim, explicita sua filiação crítica a Antonio Candido e a opção pela escrita generosa que acolhe com igual respeito o interesse pela história do Brasil e pela literatura.

As complexas relações sociais capturadas pelo enredo de *Til* são o foco da primeira e mais extensa parte do livro que historiciza o texto, extraíndo dele uma leitura da crise do Segundo Reinado, operação que requer alguns movimentos. A autora apresenta o romance referindo-se a seus principais acontecimentos e personagens bem como ao tempo e ao espaço em que tudo ocorreu: no período de 1826 a 1846, em uma fazenda às margens do rio Piracicaba, interior de São Paulo. Com esses elementos básicos, Alencar pôs em ação a propriedade agrícola produtiva e Paula Barbosa põe em destaque o fazendeiro de café, o trabalho escravo, os imigrantes, o capanga e ampla variedade de homens livres e pobres; adota a classificação de “romance fazendeiro”, proposta por Antonio Candido, e explora os diferentes contextos em que *Til* se insere. No plano literário, dialogando com a fortuna crítica, a autora demarca as singularidades da obra em foco diante de outros romances do escritor, comparando-os aos abrigados na tipologia de “regionalistas” e a alguns filiados aos demais tipos, pois considera procedimentos literários recorrentes na ficção de Alencar. Assim, a autora postula haver certa continuidade de traços das obras indianistas nas regionalistas ou recursos semelhantes de construção das personagens femininas que povoam obras de Alencar inscritas em outras tipologias.

A passagem para um âmbito mais amplo da análise de *Til* é feita por meio do exame das circunstâncias de sua própria composição, em torno de 1870. Nesse movimento o estudo considera a dimensão política do projeto de Alencar para sua ficção e expõe as contradições do romance, das polêmicas literárias e das políticas manifestas em seus textos literários ou nos escritos de intervenção em debates acalorados então em pauta, como abolição da escravidão, sistema de governo ou medidas de política econômica. Mas a mais interessante linha de leitura de *Til* desenvolvida pela autora é o exame do contexto social que dá visibilidade à força estruturadora da propriedade da terra, e não do trabalho na terra, no processo de exclusão, inserção e ascensão social, econômica e política do conjunto dos atores envolvidos na produção agrícola exportadora, modelo de longa história no Brasil.

As duas outras partes do livro refinam a análise dos recursos literários utilizados por Alencar na obra. Uma delas, a segunda do livro, detém-se nos personagens agrupando-os em conformidade com as funções sociais a eles atribuídas no enredo. Em torno de conflitos que se manifestam em confrontos e dissimulações, alinham-se em dois grupos: o dos que integram a elite e o constituído por diferentes modos de dependência. Na terceira parte, o estudo dos recursos literários ganha mais densidade pelo método adotado. A autora escolhe episódios da obra, propõe a identificação das fontes que os inspiram e examina como Alencar delas se apropriou. Merece destaque a relação estabelecida entre as passagens de *Til* e o romance gótico inglês ou com os cantos populares entoados por aquele contingente de homens livres que percorrem o interior do país ou os que advêm de cerimônias e festas africanas. No trânsito das fontes ao enredo do romance, as cenas adquirem, para a autora, o estatuto de fantasmagorias que figuram a violência das relações sociais, quase sempre exercida sobre o corpo dos escravos e nos espaços a eles destinados. É a violência que degrada a paisagem do campo como lugar idílico.

Valeria De Marco é professora do Departamento de Letras Modernas da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP).



Por causa de honra

Título de doutor *honoris causa* reconhece atuação de expressiva distinção nos campos científico, cultural e social

Honraria concedida por instituições brasileiras de ensino superior há cerca de um século, o título de doutor *honoris causa* remonta à época do surgimento das primeiras universidades europeias. “Entre 1478 e 1479 a Universidade de Oxford, na Inglaterra, já atribuía esse título ao bispo inglês Lionel Woodville, conhecedor do direito canônico, decano e reitor da Catedral de São Pedro em Exeter”, conta Francisco Queiroz, professor de história da ciência da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP).

Inicialmente ligadas à igreja católica, as universidades concediam a honraria como reconhecimento à relevância acadêmica de teólogos e filósofos

daquele período. A partir do século XVIII, com as reformas napoleônicas ocorridas nas instituições de ensino superior, o título passou a ser entregue também a pessoas de fora da academia. Do latim, *honoris causa* significa “por causa de honra”, ou seja, quem recebe o título costuma destacar-se em sua área de atuação, não necessariamente acadêmica – e sua concessão independe do grau de instrução. “Em geral, os diplomados já têm seu trabalho reconhecido pela sociedade”, observa Queiroz. Integram o rol de homenageados, mundo afora, o escritor José Saramago (1922-2010), a atriz Meryl Streep, o boxeador Muhammad Ali (1942-2016) e o cientista Albert Einstein (1879-1955).

Não existe regulamentação para a concessão de título de doutor *honoris causa*. A outorga é balizada pelo regimento interno de cada universidade. No Brasil, as primeiras condecorações desse tipo ocorreram em 1921, na então recém-fundada Universidade do Rio de Janeiro (UFRJ), e foram outorgadas a personalidades como o médico argentino Gregorio Aroz Alfaro (1870-1955) e o filósofo e reitor da Universidade do México Antonio Caso Andrade (1883-1946).

“As indicações devem contemplar personalidades nacionais e estrangeiras de grande expressão e serem propostas a partir de parecer discutido e aprovado pela unidade que irá requerer a honraria”, explica

Denise Pires de Carvalho, reitora da UFRJ. Após a análise da congregação ou do conselho deliberativo da respectiva unidade, a requisição passa pelo escrutínio do conselho universitário da instituição, encarregado da decisão final e do processo de entrega do título. Ao longo da história da UFRJ foram concedidas cerca de 350 honrarias desse tipo, sendo a mais recente entregue em junho deste ano ao antropólogo brasileiro-congolês Kabengele Munanga, reconhecido por seus trabalhos sobre discriminação racial, multiculturalismo e relações etnorraciais na educação brasileira.



PROGRESSO DO PAÍS

Na USP, os títulos de doutor *honoris causa* são concedidos desde 1934, mesmo ano em que a universidade foi instituída. De acordo com o regimento da instituição, eles têm como objetivo reconhecer pessoas de notável contribuição ao progresso da ciência, das letras, das artes ou que tenham beneficiado de forma excepcional a humanidade, o país ou prestado relevantes serviços à universidade. Com 117 títulos outorgados até hoje, o ritmo de condecorações vem caindo nas últimas décadas. “Isso se deve às novas diretrizes estabelecidas pela última resolução da universidade, vigente desde o final da década de 1980 e que institui diversas fases ao processo de aprovação”, explica Pedro Vitoriano de Oliveira, secretário-geral do Conselho Universitário da USP. “O maior número de honrarias concentrou-se na década de 1950, com aproximadamente 40 títulos concedidos.” A condecoração mais recente ocorreu em 2008, com a homenagem ao biólogo norte-americano Oliver Smithies, que um ano antes havia sido agraciado com o prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina.

Dentre as mais de 80 personalidades homenageadas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

estão o educador Paulo Freire (1921-1997) e a cantora Elza Soares. “O título deve ser concedido com muita seriedade, pois o escolhido passa a fazer parte da história da instituição”, observa Rosemeri Antunes dos Santos, secretária do Conselho Universitário da UFRGS. Daí a necessidade de o nome indicado ser submetido às instâncias de avaliação interna, cabendo à comissão especial que irá relatar o processo atestar a relevância da honraria. A fase inicial é a mais demorada, podendo se estender por vários meses. Como só chegam ao conselho universitário propostas já aprovadas pelo colegiado da unidade requerente, o processo que vai da indicação até a aprovação leva, em média, 120 dias. “Após a aprovação da concessão do título, é organizada uma sessão solene para a entrega da distinção e a comunidade universitária se reúne para homenagear o agraciado”, descreve.

O título, passo a passo

- 1** Dossiê com pesquisa sobre trajetória do homenageado e documentos que atestam a relevância da indicação são apresentados por representante da faculdade ao respectivo colegiado
- 2** Se aprovada, a solicitação é encaminhada ao conselho universitário, para deliberação. Em algumas universidades, a decisão final também envolve o reitor
- 3** Concluídas as etapas de avaliação e aprovação, a cerimônia de entrega do título é agendada

Condecorada por sua atuação como docente, a professora do Departamento de Ciências Exatas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq-USP) Clarice Garcia Borges Demétrio foi uma das homenageadas com o título de doutora *honoris causa* pela Universidade de Hasselt, na Bélgica. A honraria, entregue em maio deste ano, pelo reitor da instituição, se deu em reconhecimento à sua expressiva contribuição para o êxito da colaboração científica entre Brasil e Bélgica. “Foi uma grande surpresa receber a carta assinada pelo reitor com a comunicação do título”, conta Demétrio, que desde 2007 leciona a disciplina de graduação Design of Agricultural Experiments, voltada para planejamento, experimentação e análise de dados em agricultura e que recebe anualmente 16 estudantes da África, Ásia e América Central. ■

Sidnei Santos de Oliveira

Rumos da neurologia

Com trajetória premiada nos Estados Unidos, cientista pretende melhorar o tratamento de pacientes no processo de reabilitação após lesão do sistema nervoso

O médico e pesquisador paulistano Felipe Fregni, 44 anos, decidiu se especializar em neurologia, na área de estimulação cerebral, em uma época em que eram realizados poucos estudos nesse campo do conhecimento no Brasil. Ao concluir a graduação na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP), foi incentivado por um de seus professores a ingressar diretamente no doutorado. “Quando estava terminando parte de meu período de residência no Hospital das Clínicas, em São Paulo, e depois do meu primeiro estágio no hospital Beth Israel Deaconess Medical Center da Harvard Medical School, em Boston, resolvi fazer o doutorado na USP, em ciências médicas com concentração em psiquiatria”, conta.

A sugestão de partir para o doutorado direto veio do psiquiatra Marco Antonio Marcolin, da FM-USP, recém-chegado da Carolina do Sul, onde realizou estudos no campo de estimulação cerebral. Em 2002, Fregni começou a estudar estimulação magnética transcraniana em pacientes com doença de Parkinson. Ao final do doutoramento, foi aceito como pesquisador assistente no mesmo hospital-escola de Harvard em que havia estagiado. A intenção era ficar apenas um ano. No entanto, acabou realizando três mestrados na instituição: o primeiro na área de pesquisa clínica, desenvolvimento de drogas e farmacologia, o segundo em saúde pública e o terceiro na área de educação e novas tecnologias.

“A essa altura já estava convicto de que desenvolveria minha carreira nos Estados Unidos”, recorda. Concluída a fase de estudos em Harvard, tornou-se professor-associado de epidemiologia na escola de saúde pública da instituição. Hoje, além de dirigir o Centro de Pesquisa de

Fregni é um dos ganhadores deste ano do Presidencial Early Career Award for Scientists and Engineers



Neuromodulação de Spaulding, também é professor-associado da Harvard Medical School.

Apesar da trajetória estabelecida nos Estados Unidos, Fregni mantém laços profissionais com o Brasil. Ele é pesquisador do programa São Paulo Excellence Chair, cujo objetivo é propiciar a vinda de cientistas de primeira linha, do exterior, para criar núcleos de pesquisa em universidades paulistas. Em fevereiro de 2018, iniciou projeto em parceria com o Departamento de Reabilitação da FM-USP para investigar as redes inibitórias cerebrais, comprometidas em pacientes com lesão medular, amputações, osteoartrose e acidente vascular cerebral. “Quando falamos ou realizamos alguma atividade motora específica, precisamos inibir os outros neurônios, que não estão sendo usados nessa ação”, explica. “Pacientes com lesões neurais apresentam atividade cerebral desorganizada porque os neurônios não conseguem funcionar em conjunto.”

Envolvendo 500 pacientes, a investigação científica pretende verificar os marcadores de inibição cerebral, que, no futuro, poderão ser

usados para estudar a eficácia dos tratamentos existentes, como terapias físicas, estimulação elétrica e estimulação cerebral não invasiva. “Hoje ainda não sabemos muito bem qual desses tratamentos é o mais adequado para cada caso. O estudo pretende entender essas especificidades”, completa.

As pesquisas que Fregni vem realizando no campo da neurologia lhe renderam o prêmio Presidencial Early Career Award for Scientists and Engineers (Pecase), entregue em julho deste ano, em Washington. Trata-se da maior honraria concedida pelo governo dos Estados Unidos a pesquisadores em início de carreira de diversas áreas do conhecimento. “É um prêmio importante justamente por reconhecer cientistas com potencial para orientar as próximas gerações de pesquisadores”, completa. ■ S. S. O.

Projeto

O déficit da inibição como marcador de neuroplasticidade na reabilitação (nº 17/12943-8); Modalidade Programa São Paulo Excellence Chair (Spec); Pesquisador responsável Felipe Fregni (USP); Investimento R\$ 2.334.346,93.



FOLHEIE



A

Pesquisa FAPESP



ONDE



estiver



Leia a revista na plataforma ISSUU

Faça o download de edições

PARA RECEBER OS AVISOS,
É SÓ SE CADASTRAR



[ISSUU.COM/PESQUISAFAPESP](https://issuu.com/pesquisafapesp)



APROVEITE !

NAS BANCAS E LIVRARIAS

revistapesquisa.fapesp.br